

**SISTEMA DE MONITOREO PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN
ORIENTADO A INTERNET DE LAS COSAS**

ANGIE PAOLA MARRIAGA BARROSO



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA/ DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BARRANQUILLA
2018**

**SISTEMA DE MONITOREO PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN
ORIENTADO A INTERNET DE LAS COSAS**

ANGIE PAOLA MARRIAGA BARROSO

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Asesor:

MS.c (c). Heyder Páez Logreira

Co- Asesor:

MS.c. Ronald Zamora Musa

UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

FACULTAD DE INGENIERÍA/ DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA

COMPUTACIÓN Y ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BARRANQUILLA

2018

Nota de aceptación

Nota

MS.c (c). Heyder David Páez Logreira

Tutor

MS.c. Ronald Zamora Musa

Co Tutor

MS.c. Jesús Mendoza Padilla

Jurado 1

MS.c (c). Elkin Ramírez Cerpa

Jurado 2

Dedicatoria

A Dios quien me ha mostrado las puertas para seguir adelante durante mi vida y a mi madre que ha sido el motor de mi existencia.

Agradecimientos**...A mis familiares.**

Mis padres, mi hermano y demás familiares que me han apoyado en mi proceso de desarrollo personal y profesional.

...A todos mis amigos.

De quienes he recibido apoyo para el desarrollo de este proyecto. En especial a mi prima y mi mejor amiga quienes fueron fuente de energía para culminar este pasó y quienes me han acompañado durante toda mi carrera profesional y personal.

...A la Universidad de la Costa – CUC

Que en su programa de Becas Talento liderado por el Dr. Mario Maury me dieron la oportunidad de acceder a estudios de educación superior y a construir mi futuro.

...A mis tutores.

Heyder Páez Logreira y Ronald Zamora Musa por su dedicación, apoyo brindados durante el desarrollo de este proyecto, además de los conocimientos que transmitieron a mi vida durante mi carrera y en mi desarrollo como persona.

...A los estudiantes mexicanos del programa Delfín

Cesar Villanueva y Josué Rentería quienes me apoyaron con sus conocimientos en el desarrollo de software.

Resumen

Los aires acondicionados han pasados de ser solo un sistema de refrigeración para convertirse en un sistema multifuncional que permiten sensar, gestionar y analizar factores externos como temperatura, humedad, confort, potencia eléctrica, entre otros. Esto permite agregar al sistema la capacidad de realizar ahorro energético y uso eficiente de la energía, influyendo así en la conservación del medio ambiente. Según un estudio realizado por el U.S Department of Energy existen 5 causas por las cuales estos sistemas no funcionan de manera correcta, dentro de estas causas se encuentran problemas como la ineficiencia en los sistemas de control y sensado de variables (monitoreo) de los equipos de refrigeración. Por lo anterior se diseñó una plataforma de software y hardware llamada “Airduino” donde se centraliza el monitoreo de un sistema de aire acondicionado doméstico (Mini Split) para el monitoreo de potencia eléctrica, temperatura y humedad externa e interna del recinto. Esta plataforma hace posible realizar análisis y cálculos para determinar consumos energético y cambios en la operación del aire. Este sistema de monitoreo se desarrolló utilizando Arduino como microcontrolador central y aplicando principios de tecnología web services sobre sistemas embebidos, con el fin de mejorar la interoperabilidad entre dispositivos y contribuir al desarrollo de aplicaciones orientadas a Internet de las Cosas (IoT). El software para supervisión del sistema fue desarrollado en PHP, con un registro en base de datos SQL y desplegado en la plataforma de computación en la nube Heroku. Se realizaron pruebas y se generaron resultados preliminares donde se valida la viabilidad del sistema implementado, además de proponer escenarios futuros.

Palabras clave: Refrigeración, web services, sistemas embebidos, Internet de las cosas, Heroku

Abstract

The air conditioners have gone from being just a cooling system to become a multifunctional system that allows sensing, managing and analyzing external factors such as temperature, humidity, comfort and electrical power, among others. This allows the system to add the capacity to make energy saving and efficient use of it, thus influencing the conservation of the environment. According to a study conducted by the US Department of Energy there are 5 causes why these systems do not work correctly, within these causes are problems such as inefficiency in the systems control and variable sensing (monitoring) of the equipment. refrigeration. Due to the above, a software and hardware platform called “Airduino” was designed, where the monitoring of a domestic air conditioning system (Mini Split) is centralized for the monitoring of electrical power, temperature and external and internal humidity of the enclosure. This platform makes it possible to perform analyzes and calculations to determine energy consumption and changes in air operation. This monitoring system was developed using Arduino as a central microcontroller and applying web services technology principles on embedded systems, to improve the interoperability between devices and contribute to the development of applications oriented to the Internet of Things (IoT). The software for system monitoring was developed in PHP, with a record in SQL database and deployed in the Heroku cloud computing platform. Tests were carried out and preliminary results were generated, validating the feasibility of the implemented system, and proposing future scenarios.

Keywords: Refrigeration, web services, embedded systems, Internet of things, Heroku

Contenido

1. Introducción	15
2. Descripción del problema.....	17
3. Justificación.....	19
4. Objetivos	20
4.1 Objetivo general	20
4.2 Objetivos específicos.....	20
5. Antecedentes	21
5.1 Antecedentes de sistemas de monitoreo en HVAC.....	21
5.2 Antecedentes de Web Services para monitoreo en sistemas embebidos	29
6. Marco teórico	37
6.1 Sistemas HVAC	37
6.1.1 Sistemas de aire a condicionado	38
6.2 Monitoreo en sistemas HVAC	40
6.2.1 Medio de transmisión en sistemas de monitoreo HVAC.....	41
6.2.2 Transmisión Alámbrica o Guiada	41
6.2.3 Transmisión inalámbrica.....	43
6.3 Internet de las cosas.....	44
6.3.1 Definiciones e inicios.....	44
6.3.2 Arquitectura de IoT.....	47
6.4 Web Services.....	49
6.5 Dispositivos empleados para el monitoreo de sistemas HVAC.....	52

6.5.1	Arduino	52
6.5.2	Tarjeta WIFI.....	53
6.5.3	Sensor de corriente no invasivo 30 Amperios ECS10.....	55
6.5.4	Sensor de Voltaje	56
6.5.5	Sensor de humedad y temperatura DHT11	57
6.6	Plataforma Heroku	58
6.6.1	Arquitectura Heroku	59
7.	Metodología	62
7.1	Metodología de la investigación.....	62
7.1.1	Fase 1: Análisis	65
7.1.2	Fase 2: Diseño.....	65
7.1.3	Fase 3: Implementación	66
7.1.4	Fase 4: Validación.....	66
8.	Resultados y discusión	67
8.1	Resultado Fase 1: Análisis del estado de la técnica	67
8.1.1	Encuesta para requerimientos del sistema de monitoreo	67
8.1.2	Tipos de variables medidas	70
8.2	Resultado Fase 2: Diseño de la arquitectura en hardware y software	71
8.2.1	Arquitectura de Hardware.....	72
8.2.2	Adquisición y adecuación de señales.....	74
8.2.3	Arquitectura de software.....	78
8.3	Resultado Fase 3: Implementación de la arquitectura planteada	81
8.3.1	Diagrama de flujo del sistema de monitoreo	81

8.3.2	Programación para adquisición y envío de datos en Arduino.....	83
8.3.3	Implementación de la base de datos.....	85
8.3.4	Instalación del sistema	88
8.3.5	Descripción de la interfaz de usuario.....	91
8.4	Resultado Fase 4: Validación y pruebas de funcionamiento del sistema.....	96
9.	Conclusiones	99
10.	Referencias	101
11.	Bibliografía.....	108
ANEXOS	109

Lista de tablas y figuras**Tablas.**

Tabla 1. Aportes de trabajos en antecedentes de la investigación	34
Tabla 2. Capas de arquitectura IoT	48
Tabla 3. Protocolos usados en web services	51
Tabla 4. Características del sensor DHT11	57
Tabla 5. Metodología del proyecto	63
Tabla 6. Conclusiones de encuesta realizada	69
Tabla 7. Descripción de tipos de datos en tabla Airduino	86
Tabla 8. Descripción de tipos de datos en tabla Airduino watts hour.....	87

Figuras.

Figura 1. Diagrama de habitación con sistema HVAC	26
Figura 2. Diagrama de arquitectura del sistema de HVAC	27
Figura 3. Componentes de un aire acondicionado	39
Figura 4. Tecnologías inalámbricas según su tipo de red y alcance.	44
Figura 5. Tecnologías inalámbricas – Rango Vs Alcance.	44
Figura 6. Personas conectadas a internet con respecto a los años.	46
Figura 7. Red de redes, IoT.....	47
Figura 8. Esquema de operación de un web services.....	50
Figura 9. Topología de agentes que intervienen en una solicitud web services	51
Figura 10. Placa Arduino Mega.	53
Figura 11. Módulo Wifi ESP8266 con descripción técnica.....	54

Figura 12. Sensor de corriente no invasivo 30 amperios ECS10.....	56
Figura 13. Esquema y símbolos de transformador de voltaje.....	56
Figura 14. Encapsulado del sensor DHT11.	58
Figura 15. Arquitectura Heroku.....	61
Figura 16. Aspectos para generación de preguntas para encuesta.....	68
Figura 17. Distribución de participación en países encuestados.....	69
Figura 18. Diagrama de arquitectura y componentes de red del sistema.....	73
Figura 19. Diagrama de arquitectura basado en IoT del sistema.....	74
Figura 20. Diseño esquemático de circuito sensor de voltaje.....	75
Figura 21. Diseño esquemático de circuito sensor de corriente – Inicial.	76
Figura 22. Diseño esquemático de circuito sensor de corriente – Final.	77
Figura 23. Circuito de conexión para sensor de temperatura y humedad.....	77
Figura 24. Softwares principales en Airduino	78
Figura 25. Diagrama de casos del sistema.....	79
Figura 26. Diagrama de robustez para captura de datos.....	80
Figura 27. Diagrama de robustez para recepción de datos	81
Figura 28. Diagrama de flujo de funcionamiento general del sistema.....	82
Figura 29. Index de página web.....	83
Figura 30. Captura y almacenamiento de datos.....	84
Figura 31. Calculo horas watts.....	84
Figura 32. Conexión con servidor.....	85
Figura 33. Interfaz de gestor para base de datos.....	86
Figura 34. Tabla Airduino de base de datos PostgreSQL.....	87

Figura 35. Tabla Airduino watts hour de base de datos PostgreSQL.	88
Figura 36. Dispositivo para pruebas finales.....	88
Figura 37. Aire acondicionado inverter confortfresh con instalación de prototipo.	89
Figura 38. Instalación sensor de corriente.	90
Figura 39. Conexión del sensor de voltaje.....	90
Figura 40. Ubicación sensor temperatura y humedad externa.	91
Figura 41. Ubicación sensor temperatura y humedad interna.....	91
Figura 42. Interfaz gráfica de Airduino.	92
Figura 43. Grafica para temperatura interna y externa en la web.	93
Figura 44. Grafica para humedad interna y externa en la web con detalle.....	94
Figura 45. Grafica voltaje en la web con detalle.	94
Figura 46. Grafica corriente en la web con detalle.	95
Figura 47. Consumo energético calculado por hora.	95
Figura 48. Grafica registros de Temp Int Vs Tem Ext.	96
Figura 49. Grafica registros de Hum Int Vs Hum Ext.	97
Figura 50. Grafica registros de corriente.	97
Figura 51. Grafica registro de voltaje.	98

Lista de anexos

Anexo A Preguntas y Resultados de encuesta	110
Anexo B Fuentes consultadas para estado del arte	118
Anexo C Base de datos periodo de prueba.....	124

1. Introducción

Los modelos de consumo energético actuales se centran en el uso de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón). Además de este modelo consumista, el ser humano no contempló en sus inicios el uso racional de la energía, lo que ha conllevado a la generación de grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principales causantes del cambio climático (Universidad del País Vasco, s. f.). El 40% de la demanda de energía eléctrica está asociada a los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) (Campos et al., 2006). Si se observa desde el panorama nacional, en Colombia el 26,10% de la energía consumida en hogares y oficinas es utilizada por sistemas HVAC (MinMinas, 2015).

Las condiciones climáticas en regiones costeras, como es el caso de Barranquilla, incrementan el uso de sistemas de aire acondicionado para mitigar las altas temperaturas. A pesar de los avances, no es usual implementar sistemas de refrigeración inteligente o de última generación por desconocimiento de los usuarios o sus altos costos. Por tanto, se hace necesario brindar soluciones de bajo costo orientadas a mejorar el uso y eficiencia de los sistemas de refrigeración. Unos de los problemas en sistemas de HVAC según el departamento de energía de los estados unidos son las fallas en los sistemas control, sensado y monitoreo de variables (Department of Energy USA, s. f.). Al no tener conocimiento del estado de variables que influyen en los equipos se producen fallas en los sistemas de control, gasto innecesario de energía, además de usos y mantenimientos inadecuados de los mismos.

Actualmente existen aplicaciones que realizan monitoreo y control de sistemas HVAC, pero tienden a ser costosas, invasivas y con protocolos de comunicación cerrados que no permite la interoperabilidad entre sistemas. Este escenario es considerado un obstáculo para el desarrollo de las nuevas tecnologías orientadas al internet de las cosas (Berkers et al., 2013). Una alternativa

para desarrollar sistemas de monitoreo a bajos costos y con orientación a la interoperabilidad entre dispositivos son los servicios web. Un servicio web es una tecnología orientada a la conexión entre sistemas de red, de amplio uso en desarrollos de software (Zamora-Musa, 2010; Zamora-Musa & Villa-Ramírez, 2013), que permite acelerar la comunicación y procesamiento de datos entre aplicaciones de diferentes lenguajes. Estos servicios web han sido poco utilizados para implementaciones de hardware y sistemas embebidos, pero existen antecedentes que validan la posibilidad de su uso en este tipo de sistemas.

En esta investigación se realiza el diseño e implementación de un sistema de monitoreo para equipos de refrigeración orientado a internet de las cosas, teniendo en cuenta variables como la temperatura y humedad externa, entre otras variables que influyen en el punto de operación de equipos de refrigeración.

Por medio de 9 capítulos donde se describe el desarrollo del sistema de monitoreo para equipos de refrigeración orientado a IoT, partiendo inicialmente del análisis del estado actual de las investigaciones en torno a las temáticas: sistemas de monitoreo para HVAC y aplicación de WS sobre microcontroladores, con base a este análisis se generan conceptos iniciales para realizar el diseño de la arquitectura del sistema con la intención de mejorar las técnicas de comunicación y procesamiento de información en esta área, con este diseño se procede a llevar a cabo la implementación y pruebas, por último se procede a realizar las conclusiones obtenidas de la investigación.

De la misma manera se puede mencionar que la investigación aporta a la actualización de conceptos en la formación profesional de ingenieros electrónicos y a la gestión de conocimiento del grupo de investigación en electrónica (Páez -Logreira, Zabala -Campo, & Zamora-Musa, 2016; Paez-Logreira, Zamora-Musa, & Vélez- Zapata, 2016).

2. Descripción del problema

Según el banco mundial y la agencia internacional de energías (AIE) el crecimiento de la demanda energética mundial posee aumentos significativos desde el año 1971, este aumento es proporcional al crecimiento de la población, de lo que se ha podido inferir que, a mayor población mayor demanda de energía. Desde los años 70 inicia teóricamente la crisis energética, causada principalmente por el déficit entre la oferta y la demanda de productos petrolíferos y otros factores de gran influencia como el aumento de la industria y la población (Guillén, 2016).

El 40% de la demanda de energía mundial está asociada a los sistemas de HVAC (Calefacción, ventilación y aire acondicionado) (Campos et al., 2006). Si se observa desde el panorama nacional, en Colombia el 26,10% de la demanda energética de los hogares y oficinas es consumida por los sistemas HVAC (MinMinas, 2015). La Región caribe colombiana posee altos índices de temperatura y humedad por su ubicación geográfica y otros factores ambientales, lo que incrementa el uso de aires acondicionados en ambientes de la cotidianidad. En esta región, no es común implementar sistemas de refrigeración inteligente o de última generación, debido a la popularidad y el bajo costo de los sistemas tradicionales. Por tanto, se hace necesario brindar soluciones orientadas a mejorar la eficiencia y uso de los sistemas de refrigeración para reducir el consumo energético ocasionado por estos.

En un estudio realizado por U.S Department of energy se determinó que existen 5 principales problemas en sistemas de HVAC (Department of Energy USA, s. f.).

- Pérdidas de refrigerante
- Mantenimientos inadecuados
- Fallas del sistema de control
- Problemas de sensado

- Problemas de drenaje

Estos problemas incluyen a toda la cadena de participación en sistemas de HVAC: fabricante, proveedor, usuario y prestador de servicios de mantenimiento. Por tanto, las investigaciones para mejorar los sistemas de HVAC deben trabajar alrededor de estos problemas.

El monitoreo de los equipos de HVAC facilita al usuario visualizar el estado del equipo y la generación de gráficos y tendencias de consumo del equipo monitoreado. De esta forma permite la prevención de los problemas asociados a estos equipos y favorece al ahorro en el consumo energético; es decir, controlar el gasto de operación y prever los mantenimientos requeridos.

Dada la clara necesidad de aumentar el número de sistemas de monitoreo para equipos de HVAC, surgen el siguiente interrogante:

¿De qué forma se implementaría una arquitectura orientada a IoT para el monitoreo de sistemas de refrigeración?

En relación con este interrogante y las tendencias de comunicación actuales, surge una pregunta

¿Cómo se puede desarrollar un sistema orientado a IoT como alternativa interoperable y eficiente para monitoreo en sistemas de refrigeración?

3. Justificación

En la actualidad el uso de HVAC (especialmente AC) en zonas costeras como el caribe colombiano es sumamente necesario para contrarrestar las altas temperaturas características de esta zona. Según estudios realizados por el departamento de energía de estados unidos, dentro de las McDowall fallas en sistemas HVAC, se encuentran fallas en el sensado y sistemas de control, por tanto, se deben brindar soluciones para estas novedades. Al realizar la revisión del estado del arte se evidencia necesidad de desarrollar sistemas de monitoreo para HVAC con capacidad de interoperabilidad haciendo uso de web services sobre sistemas embebidos. Por lo cual este proyecto es un aporte a la comunidad técnica y científica de las áreas de comunicaciones, redes de internet, domótica, climatización (HVAC) y afines.

Este proyecto propone el desarrollo de un sistema de monitoreo para equipos de HVAC, basado en la tecnología de servicios web aplicada a sistemas embebidos con orientación a Internet de las Cosas (IoT), que permite obtener la información necesaria para realizar gestión y ahorro energético en hogares, oficinas o industria.

Por medio de esta investigación se aplican técnicas de procesamiento, envío, almacenamiento y visualización de la información de monitoreo para equipos de refrigeración. Esta información se utilizará para satisfacer las necesidades de control y gestión energética evidenciadas en el análisis del contexto y planteamiento del problema. Además, esta información es de utilidad para aplicar nuevas técnicas al sistema, como el control basado en la información, control avanzado y moderno, gestión del conocimiento, minería de datos, sistemas de información, entre otros.

El sistema de monitoreo propuesto aplica nuevas tecnologías, servicios web sobre sistemas electrónicos embebidos orientándolo a IoT. El sistema puede ser fácilmente aplicado y repetido con facilidad en cualquier equipo de refrigeración.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de monitoreo para equipos de refrigeración orientado al internet de las cosas (IoT).

4.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado de la técnica en el diseño e implementación de los sistemas de monitoreo para equipos de refrigeración.
- Diseñar la arquitectura del sistema de monitoreo de datos para equipos de refrigeración.
- Implementar la arquitectura del sistema de monitoreo de acuerdo con el diseño y análisis realizado.
- Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo en un equipo de refrigeración tipo mini-split.

5. Antecedentes

Para esta investigación se indagaron antecedentes relacionados con sistemas de monitoreo en equipos HVAC e Implementación de web services sobre sistemas embebidos. Realizando revisiones en bases de datos de consulta especializada y fuentes de información encontrando: tesis, proyectos y artículos de investigación afines al proyecto. Esta búsqueda tuvo como finalidad reconocer las investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional con respecto a sistemas de monitoreo en equipos HVAC y aplicaciones de monitoreo basadas en web services en microcontroladores.

5.1 Antecedentes de sistemas de monitoreo en HVAC

Se realizó una búsqueda de antecedentes relacionados al monitoreo de variables en sistema de refrigeración donde se analiza el tipo de medidas, protocolos de comunicación, metodología y tipo de dispositivos utilizados.

El primer antecedente corresponde al proyecto de maestría “Sistema de administración de energía utilizando Internet de las Cosas (IoT)” desarrollado por David Lizárraga Osuna en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México), en el año 2018. (Lizárraga Osuna, 2018).

Tuvo como justificación el alto consumo de energía eléctrica que representan los sistemas de aires acondicionados en edificios residenciales, comerciales y de servicios que representan el 70% - 85% del consumo eléctrico de la infraestructura, proponiendo un sistema de monitoreo y apagado inteligente para mitigar estos costos.

En este proyecto se desarrolló un sistema que permite la gestión de equipos de aire acondicionados para comercios y edificios, basado en código abierto y utilizando IoT. El sistema consta de un dispositivo central (Raspberry Pi 3 Model B), dos dispositivos de gateways

compuestos por dos Arduinos megas con sus respectivas shield ethernet, que permiten la conexión entre el dispositivo central y los nodos remotos (NodemCU) con sus respectivos sensores DHT22 para las mediciones de temperatura y humedad, así como relevadores de pulso para apagado y encendido de los aires acondicionados.

Se utilizó el lenguaje Python para la comunicación entre la unidad central y los gateways, y el lenguaje Arduino para los Arduinos Megas y los NodemCU. Se usó UDP como protocolo de comunicación general y modbus RTU como protocolo de comunicación entre los arduinos. El sistema cuenta con una sencilla interfaz gráfica que permite la comunicación de la red de sensores y la cantidad de aires acondicionados a controlar, esta interfaz fue desarrollada PHP, HTML5, CSS3 y JavaScript.

Se realizaron 2 pruebas para verificar la funcionalidad del sistema, la primera con una sola sucursal y un sistema de AC simulado con focos para probar el sistema de control y la segunda que consto de 3 sucursales y 4 sistemas de AC la cual se probó durante 110 días y tuvo como objetivo medir la calidad de comunicación entre dispositivos logrando un 99.6% de envíos exitosos.

El segundo antecedente corresponde al proyecto de maestría “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en edificaciones orientado al control de aires acondicionados” desarrollado por Edgar Villa Pérez en la universidad tecnológica de Bolívar (Colombia), en el año 2017. (Villa, 2017).

Este proyecto plantea el diseño e implementación de un software y hardware llamado “Nissi Energy” que busca realizar monitoreo y control de aires acondicionados de tipo mini Split y de pared, que se encuentren ubicados en múltiples lugares de una edificación. Entendiendo la

necesidad que tienen las edificaciones de mantener el margen de confort, temperatura y humedad de manera automática y a su vez realizar ahorro y uso eficiente de la energía.

Con los datos que se obtienen del monitoreo se realizó un ajuste de los parámetros que componen los modelos lineales de los sistemas de aire acondicionado en cada zona de la edificación. Esto se realizó con el apoyo del software Matlab con su herramienta System Identification Toolbox, la cual es una herramienta utilizada en distintos contextos en la ingeniería electrónica (Páez-Logreira, Zamora-Musa, & Bohórquez-Pérez, 2015); con base a estos modelos y usando la simulación se obtuvo una estrategia de temporización de encendidos y apagados del aire acondicionado logrando así un ahorro del 20% de la energía consumida.

El prototipo se implementó en una institución de la ciudad de Cartagena (Colombia) la cual cuenta con altas temperaturas y humedad debido a su ubicación geográfica. Al configurar el set point a 16°C (valor mínimo) los aires acondicionados no podrán alcanzar este valor en las horas de mayor temperatura ambiental, por esta razón en este proyecto se tiene en cuenta la temperatura externa como parámetro para el desarrollo de los modelos para simulación.

El tercer antecedente corresponde al proyecto “Real-Time Estimation Of Thermal Comfort Indices In An Office Building With A Solar Powered HVAC System” desarrollado por Mario Ruz, Sergio Fragoso y David Rodríguez en la universidad de Córdoba (España), en el año 2015. (Ruz, Fragoso, Rodríguez, & Vázquez, 2015).

Este proyecto parte del análisis teórico de los índices de confort y variables que influyen en este, seguido por una descripción del sistema de aire acondicionado solar renovable utilizado en el edificio donde se aplica el proyecto, luego se realiza una descripción de la red de comunicación implementada entre el sistema HVAC y la herramienta utilizada para el desarrollo

del software interactivo y por último se llevan a cabo las pruebas y planteamiento de los resultados de la investigación.

El proyecto es implementado en el primer piso de un edificio climatizado con un aire acondicionado energizado por un panel solar, este desarrollo busca ser replicado en los demás pisos del edificio al momento de comprobar su viabilidad. El sistema consiste en monitorear parámetro como temperatura global, temperatura en cada habitación del piso, velocidad del aire, temperatura a la salida del aire acondicionado, humedad relativa, entre otros parámetros. Los cuales influyen en el cálculo de los índices de confort térmico humano, obtenidos por medio de los modelos predicted mean vote (PMV) y predicted percentage dissatisfied (PPD).

El prototipo está compuesto por un PLC que se encarga de capturar los valores deseados por medio de los sensores y enviarlos a la red utilizando el protocolo de comunicación Modbus TCP / IP, estos datos son almacenados y procesados por un servidor web. Por medio de un algoritmo con los valores almacenados se realiza el cálculo de PMV y PDD, de esta manera pueden ser visualizados en la interfaz gráfica por cualquier usuario que ingrese al servidor. Si el PMV o PPD estimado está fuera de una banda de comodidad predefinida, la herramienta envía un mensaje al usuario indicando la situación de incomodidad del ambiente.

Se realizó una prueba para verificar el rendimiento del sistema junto a la interfaz de visualización. Para esto se llevó a cabo un experimento capturando datos de las oficinas del edificio y con estos lograr la estimación del PPD y PMV (algunos valores fueron tomados como constantes para poder realizar las pruebas). Finalmente, se estableció un set-point de 21°C Para la temperatura interior del aire, con una histéresis de $\pm 1^\circ\text{C}$. Los datos fueron registrados de 12:00 am a 20:00 pm, con un período de muestreo de 10 s. Con esta prueba se comprobó el funcionamiento del sistema y de la interfaz, se planteó a futuro mejorar la visualización y generar

algoritmos de control que equilibren el confort y el consumo energético en espacios acondicionados.

El cuarto antecedente corresponde al proyecto “Study on Monitor System of Heating Ventilation Air Conditioning Based on LonWorks Technology” desarrollado por Lin Weijie, Huang Yuewen y Wu Qiuxuan de la escuela de automatización de la universidad Hangzhou Dianzi (China), en el año 2015 (Lin, Huang, & Wu, 2009).

Este proyecto parte de la creación de un prototipo para monitoreo y control de un sistema HVAC implementado en una habitación. En la Figura 1 se observa el diseño del espacio y prototipo a implementar, consiste en un tubo de ingreso de aire fresco que cuenta con una válvula y un sensor de temperatura para variar y monitorear el ingreso de aire, luego se encuentra un calefactor y un ventilador que son accionados por el lazo de control, existe otra válvula que permite variar la cantidad de aire que ingresa a la habitación. Hay además un sensor de temperatura dentro de la habitación que obtiene el valor de temperatura del recinto, con base a este valor se generaran las acciones de control. Para la salida del aire existe un tubo de escape que cuenta con una válvula que se encarga de variar la cantidad de flujo que sale o retorna al sistema, por medio de un tubo intermedio (tubo de espalda) que se conecta el tubo de escape con el tubo de ingreso de aire fresco, este tubo también cuenta con una válvula y un sensor de temperatura.

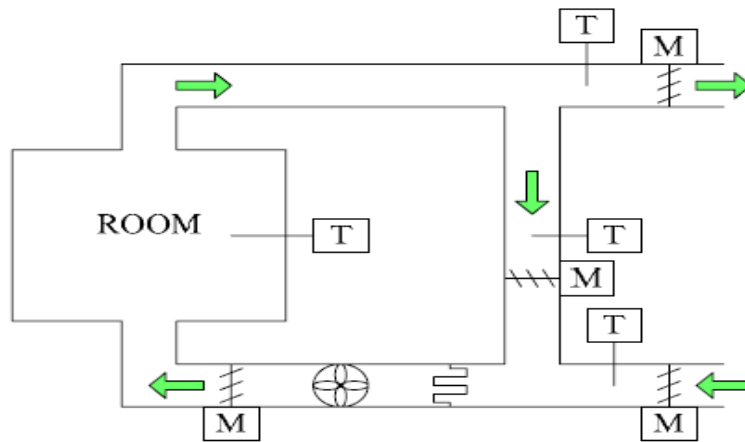


Figura 1. Diagrama de habitación con sistema HVAC Lin, Huang, & Wu. Nota. Recuperado de (Lin et al., 2009)

El sistema funciona por tres métodos de ajustes de temperatura, el primero corresponde al método de funcionamiento donde las dos válvulas de entrada y salida de aire están cerradas y el ventilador en funcionamiento, el aire recorre el circuito desde el ventilador y retorna por la tubería de espalda al ventilador y por ende a la habitación. El segundo método corresponde a indicar un set point por parte del usuario y el sistema se encargará por medio de aperturas y cierres de válvulas, aumentar o disminuir la temperatura a la deseada. Por último, el tercer método considera el set point, pero interviene la variación de la velocidad del ventilador para obtener la temperatura deseada por el usuario.

El prototipo se basa en el estándar LonWorks (Local Operating Network, namely LON network) que consiste en la unión de nodos inteligentes, autónomos y programables para enviar o recibir información entre nodos y realizar acciones solicitadas. En la Figura 2 se observa la arquitectura de la red implementada, en la parte baja se encuentra los sensores y actuadores, estos se conectan al nodo LonWorks, este nodo se conecta en red al equipo iLON600, un enrutador que permite la conexión de dispositivos LonWorks a la red IP o Ethernet.

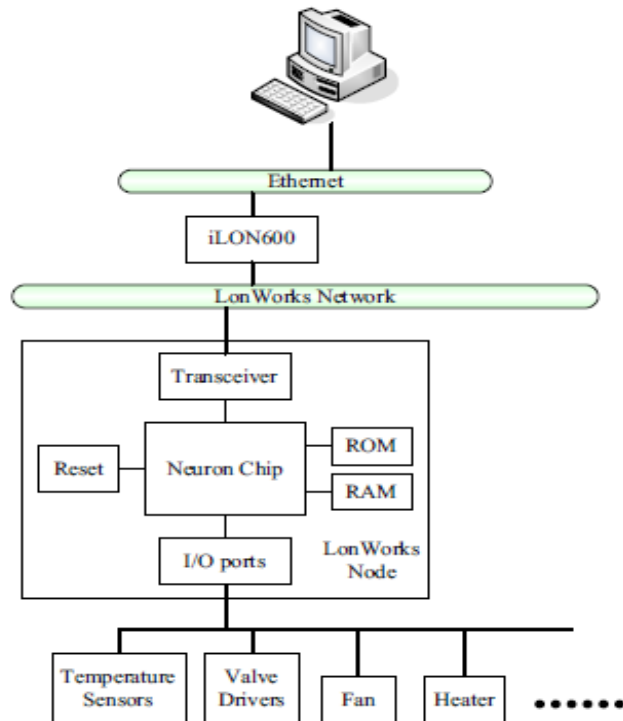


Figura 2. Diagrama de arquitectura del sistema de HVAC - Trabajo Lin, Huang, & Wu. Nota. Recuperado de (Lin et al., 2009)

La visualización de los parámetros medidos por el sistema como temperaturas, estado de las válvulas, velocidad del ventilador, así como la casilla para insertar el valor del set point y generar acciones de control, se encuentran en una interfaz gráfica en el servidor central donde converge el nodo (el proyecto permite la escalabilidad y aumento de nodos) y a la cual tiene acceso el usuario. Esta interfaz Fue desarrollada con el software KingView, es una herramienta que junto a LonMaker permite el desarrollo de una interfaz gráfica para el monitoreo remoto.

Se realizaron pruebas a diferentes sets point y temperaturas, analizando los tiempos de respuesta del sistema para alcanzar la temperatura insertada por el usuario. Llegando a la conclusión que es posible implementar el uso del estándar Lonworks con tiempos de respuesta aceptables para el control y monitoreo en sistemas HVAC.

El quinto antecedente lo constituye el proyecto “Study of Air Conditioning Remote control based on Embedded System” desarrollado por Haicun Du de la Escuela de ingeniería mecánica y eléctrica de la universidad de Nanchang (China) en el año 2011 (Du, 2011).

Este proyecto parte describiendo la problemática energética de la provincia de China, en la cual se ha evidenciado un aumento considerable del consumo de energía eléctrica por parte de los sistemas de aire acondicionados asociado al crecimiento de la cantidad de edificaciones. A esto se le suma la falta de control y monitoreo de estos equipos, lo que conlleva a la necesidad de gestión energética en este tipo de sistemas. El autor para dar solución a la problemática propone la creación de un sistema de monitoreo y control para aires acondicionados centrales de alta gama (utilizado en nuevas edificaciones) que consiste en parametrizar simultáneamente las condiciones de funcionamiento del aire acondicionado, estos datos son enviados a través de internet para que un cliente remoto pueda visualizarlos. Lo que permite que varios usuarios dentro o fuera del edificio observen de manera total o parcial el estado de la unidad de aire central.

La investigación se dividió en tres partes generales, primero la elección de los componentes para adquisición y control, segundo el desarrollo del sistema de monitoreo en hardware y software, y por último el montaje inicial del diseño.

El sistema de control y monitoreo está conformado por varios hub (compuestos por un MCU) ubicados en cada habitación u oficina del edificio, los que se conectan a un servidor central por medio del protocolo TCP/IP y este servidor se encarga de enviar a la red los datos adquiridos por cada hub. Los datos corresponden a la temperatura del recinto y estado de acondicionadores (con esto se verifica el encendido o apagado del aire interno). Los hubs cuentan con un display LCD para visualización y configuración de los parámetros en el sitio en

caso de hacerse necesario modificaciones por el usuario sin necesidad de acceder a la plataforma de monitoreo. En la interfaz gráfica se pueden monitorear los valores y a su vez se generan acciones de control por parte del usuario, para ejercer el control sobre el sistema de refrigeración el microcontrolador se conecta al interruptor de la bobina que controla el ventilador del aire y por medio de tres relés logra controlar las velocidades que pueden variar entre alta, media y baja con el fin de alcanzar el valor deseado de temperatura.

En este proyecto no se alcanzó implementación total del prototipo, se realizaron algunas implementaciones parciales de los circuitos diseñados para realizar pruebas de funcionamiento inicial. El trabajo concluye en validar el rendimiento, fiabilidad, requisitos de procesamiento y económicos de los componentes elegidos para llevar a cabo el proyecto, además de proponer pruebas a futuro de la implementación de este.

5.2 Antecedentes de Web Services para monitoreo en sistemas embebidos

En el área sistemas de refrigeración se encontraron pocos antecedentes de investigaciones de tipo tesis o trabajos de grado orientados al monitoreo de variables usando web services. La búsqueda se amplió y se presentan antecedentes de estudios donde se implementan sistemas de monitoreo usando web services en otras áreas de aplicación.

El sexto antecedente corresponde al desarrollo inicial del proyecto “Integración de sistemas embebidos basada en Web Services – Primeras experiencias” llevado a cabo por Nora Blet, Cristina Bender, Gustavo Muro, Rodolfo Recanzone, José Simón, José Sosaen de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de Universidad Nacional de Rosario, en el año 2014 (Nora Blet et al., 2014).

El objetivo principal de este trabajo es investigar la viabilidad y factibilidad de implementar web services (WS) sobre dispositivos embebidos aplicándolo en ambientes industriales,

realizando evaluaciones de tiempos de respuestas e identificando así limitaciones y dificultades para integrar con otros dispositivos en espacios heterogéneos por ejemplo ambientes IoT.

Este proyecto partió de la búsqueda de bases teóricas sólidas para entender los conceptos básicos y funcionamiento de un WS, además de las posibilidades para ser aplicados a entornos embebidos. De esta búsqueda surgió el perfil DPWS (Devices Profile for Web Services) es un perfil de WS para sistemas embebidos, desarrollado por un grupo de programadores liderado por Microsoft, al comprender que este tipo de dispositivos no cuentan con los recursos necesarios para soportar el estándar total de WS. DPWS expone un conjunto mínimo de funcionalidades que permiten ejecutar WS sobre dispositivos embebidos, que incluye básicamente el intercambio de mensajes seguros para el descubrimiento dinámico, control, ejecución y descripción de servicios, así como también suscripción y notificación de eventos, permitiendo la implementación directa sobre sistemas embebidos en general.

Se optó por el uso de un microcontrolador LPC176, el cual cuenta con el IDE LPCXpresso, desarrollado por la empresa Code Red, permite utilizar dos bibliotecas de código C: entre ellas Newlib (Se escogió esta librería debido a que la herramienta utilizada para implementar WS utiliza C puro). El toolkit para la implementación de WS para este proyecto es gSOAP, el cual se eligió por ser código abierto y escrito en C lo que facilita la migración a una plataforma embebida. La capacidad disponible en gSOAP crea servidores autónomos (stand-alone) y ejecuta los WS como procesos en background que atienden peticiones utilizando HTTP y cualquier puerto TCP/IP.

Para probar la aplicabilidad de los WS, se ofrecen servicios de calculadora en el sistema embebido, cuando un cliente (en este caso una computadora) solicita alguna de las operaciones básicas: Suma, resta, multiplicación, división y potencia, se envía un mensaje SOAP al

microcontrolador el cual contiene los servicios y responde con un mensaje SOAP el resultado de la operación. Se utilizó un software de métrica para medir el tiempo de respuesta de las solicitudes, cuando existía una o más solicitudes. Por medio de este proyecto se comprueba la viabilidad de un web services sobre sistemas embebidos y se propone un caso de aplicabilidad a futuro.

El séptimo antecedente corresponde al proyecto “Evaluation Of Web Services Implementation For Arm-Based Embedded System” desarrollado por Mitko P. Shopov, Hristo Matev, y Grisha V. Spasov en el departamento de sistemas de computación y tecnología de la universidad técnica de Sofía (Bulgaria), en el año 2007(Shopov, Matev, & Spasov, 2007).

En este proyecto se busca comprobar la aplicabilidad de la arquitectura web services sobre sistemas embebidos, partiendo inicialmente del estudio de las herramientas que permiten generar servicios web sobre sistemas embebidos, describiendo además las ventajas del uso de la herramienta gSOAP en sistemas embebidos. Luego realiza una breve descripción de proyectos desarrollados anteriormente haciendo uso de la tecnología web services en microcontroladores y así establece un marco de antecedentes para el proyecto. Por último, se propone un sencillo escenario para evaluar tiempos de respuestas del sistema, enfrentándose a plataformas de diferentes lenguajes.

Se plantea un experimento con dos clientes que envían solicitudes al WS (un usuario con Linux y otro Windows), un sistema embebido que obtiene valores de temperatura actual por medio de un sensor procesa, encapsula y envía esta información como respuesta a las solicitudes de los clientes. Se realiza envió de la temperatura 101 veces en cada escenario y se evalúa la respuesta teniendo en cuenta retardos y jitter en la transmisión. Los escenarios corresponden a:

- Autónomo sin seguridad

- Autónomo con SSL/TSL
- Autónomo con WS- Security
- Apache HTTP
- Apache HTTPS

Por medio de este proyecto se validó la factibilidad de aplicar tecnologías de internet de última generación a sistemas embebido haciendo posible la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes. Pero se tuvo en cuenta que al dar acceso remoto a otros dispositivos hace necesario la inclusión de seguridad en los sistemas. Al aplicar la seguridad según cada escenario se evidencio aumento en el retardo, fluctuación y desviación de valores con respecto al tiempo por tanto proponen como trabajos futuros aplicar mejoras a estos métodos de seguridad para garantizar un tiempo de respuesta menor al obtenido en el experimento realizado.

El octavo y último antecedente constituye el proyecto “Embedded Systems Integration Using Web Services” desarrollado por Guilherme Bertoni Machado, Frank Siqueira, Robinson Mittmann y Carlos Augusto Vieira e Vieira en la universidad federal de santa Catarina (Brasil), en el año 2006 (Machado, Siqueira, Mittmann, & Vieira, 2006).

Este proyecto propone como objetivo demostrar la viabilidad del uso de web services, para integrar aplicaciones desarrolladas en sistemas embebidos. Para demostrar esto se implementó una aplicación de prueba sobre la plataforma embebida SHIP en que se desplego la arquitectura de web services y se obtuvieron resultados.

El marco metodológico de este proyecto consistió primeramente en realizar una consulta de las bases teóricas y aspectos principales de la investigación como lo son web services, plataformas embebidas, tecnologías, conceptos relacionados y trabajos realizados anteriormente con esta temática. Para así generar una visión de cómo estructurar web services en sistemas

embebidos. En segunda instancia se justifica la selección de la herramienta gSOAP y la plataforma embebida SHIP de igual manera se describen especificaciones y características de ambos. Luego se realiza una descripción de la arquitectura implementada para las pruebas y por último un caso de uso para obtener respuestas y conclusiones del web services cuando acceden uno y/o varios usuarios.

La aplicación propuesta para este proyecto consiste en un escenario donde se supervisan los signos vitales de un paciente por medio de sensores remotos que envían datos a la plataforma SHIP, esta procesa la información según parámetros programados teniendo en cuenta algunas prioridades, luego estos valores se envían como XML/SOAP a un servidor de aplicaciones donde se almacenan y distribuyen según lo necesitado. Además, se puede almacenar e interactuar con información ingresada por la base de datos del hospital, personal médico y familiares del paciente usando sus dispositivos móviles o computadores.

En las pruebas preliminares se enviaron respuestas configuradas en el web services de SHIP al servidor web y se comparó el tiempo de respuesta cuando solo un cliente está solicitando datos y cuando más de un cliente está realizando solicitudes. Se concluye que es posible aplicar web services sobre sistemas embebidos para interconectar aplicaciones en internet, no se realiza una comparación de tiempos de respuesta, pero se plantea como un trabajo a futuro. Además de agregar soporte QoS a los servicios web sobre plataformas embebidas.

Tabla 1.

Aportes de trabajos en antecedentes de la investigación

Año	Título	Autor	Aportes
2018	Sistema de administración de energía utilizando Internet de las Cosas (IoT)	David Lizárraga Osuna	En este proyecto se visualizó la necesidad de aplicar códigos abierto para desarrollar sistemas que se orienten al internet de las cosas, con la intención de que sean modelos replicables e interoperables para facilitar e implementar el verdadero sentido de IoT, aplicando esta solución a sistemas HVAC entendiendo el alto consumo de energía que actualmente representan en la sociedad.
2017	Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en edificaciones orientado al control de aires acondicionados	Edgar David Villa	En este proyecto se resaltó la importancia de tener en cuenta variables externas que influyen en el funcionamiento del aire. Aporta también metodología y marco teórico para estructurar el presente trabajo.
2015	Real-Time Estimation of Thermal Comfort Indices In An Office Building With A Solar Powered HVAC System	Mario Ruz Sergio Fragoso David Rodríguez	Las variables medidas por este sistema de monitoreo de HVAC fueron utilizadas para realizar análisis y cálculos para obtención de confort, sirvieron como fundamento para escoger las variables medidas que pueden ser útiles para cálculos de consumo y eficiencia energética en este proyecto de investigación.

2015	Study on Monitor System of Heating Ventilation Air Conditioning Based on LonWorks Technology	LIN Weijie, HUANG Yuewen WU Qiuxuan	En este proyecto se evidencia la necesidad de medir temperatura interna del recinto y temperatura externa con la que ingresa el flujo de aire siendo útil para el monitoreo y control del sistema. Aportando el fundamento propuesto en este proyecto donde se realiza medición de temperatura interna y externa del recinto para realizar monitoreo y cálculos para un posible control.
2014	Integración De Sistemas Embebidos Basada En Web Services – Primeras Experiencias	Nora Blet, Cristina Bender Gustavo Muro Rodolfo Recanzone José L. Simón José I. Sosa	El marco teórico y metodológico de este proyecto fue de apoyo en el desarrollo de las bases teóricas de este proyecto de grado, proporcionando una orientación en el diseño del prototipo y comprobando la viabilidad de la implementación de un WS sobre sistemas embebidos.
2011	Study of Air Conditioning Remote control base on Embedded System	Haicun Du	La justificación y estructura metodológica de este proyecto se consideró base para el desarrollo metodológico de este proyecto de grado, dando una orientación en la búsqueda y elección de componentes, desarrollo e implementación de hardware y software y las pruebas respectivas. Además de validar la viabilidad de web services en dispositivos menos robustos como microcontroladores

2007	Evaluation of Web	Mitko P. Shopov	Las pruebas realizadas en este proyecto sirven como base para verificar la viabilidad de la tecnología web services sobre un microcontrolador, con la capacidad de responder ante diferentes lenguajes de programación y agregar seguridad a la información transmitida. una de las principales desventajas y necesidades que tiene la arquitectura IoT es la seguridad y por medio de esta tecnología puede ser resuelta como se valida en este proyecto.
	Services Implementation	Hristo Matev	
	for Arm-Based Embedded	Grisha V. Spasov	
	System		
2006	Embedded systems	Guilherme Bertoni	Una de las principales necesidades de IoT es la interconexión de sistemas de diferentes lenguajes, necesidad que se puede satisfacer implementando WS sobre microcontroladores como se evidencia en este proyecto, comprobando así la viabilidad de usar web services para aplicar sobre sistemas embebidos y permitir la conexión de múltiples dispositivos utilizando la red de internet.
	integration using Web	Machado	
	Services	Frank Siqueira	
		Robinson Mittmann	
		Carlos Augusto Vieira e Vieira	

Nota: Tabla de aportes de antecedentes realizada en el marco de la revisión del estado del arte, por A. Marriaga,

2018

6. Marco teórico

6.1 Sistemas HVAC

Un sistema HVAC, es aquel está compuesto por uno o más equipos de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés de Heating, Ventilating and Air Conditioning). En general la finalidad de un sistema HVAC es proporcionar la corriente de aire necesaria para enfriar o calentar de manera adecuada un área, y de esta manera mantener valores fiables y requeridos por el usuario de temperatura, humedad, calidad de aire independiente de los cambios del ambiente externo u zonas adyacentes (Seiter, 2012).

El campo de los sistemas HVAC o también conocidos como sistemas de climatización, es bastante amplio va desde sencillos sistemas para hogares y oficinas, pasando por sistemas sofisticados e inteligentes para grandes industrias de producción e incluso sistemas especiales para climatizar naves espaciales, es decir que son muchos los campos donde se hace necesario implementar un sistema HVAC y cada uno demandara una serie de requisitos según el tipo de usuario al que va dirigido, por ejemplo: un sistema de refrigeración de una sala de pediatría tiene requerimientos diferentes con respecto a un sistema de refrigeración para una granja o una fábrica de alimentos congelados.

Sin embargo, estos requisitos convergen en ítems o variables que son inherentes a los sistemas HVAC (McDowall, 2007):

- Temperatura
- Humedad en el aire
- Ventilación
- Filtración de partículas en el aire o calidad del aire
- Movimiento del aire en el espacio ocupado

6.1.1 Sistemas de aire acondicionado

Los sistemas de aire acondicionado o sistemas AC, son aquellos que por medio de un dispositivo de AC realizan el proceso que enfría o calienta, limpia y circula el aire, controlado además la humedad de la zona. Buscando así el confort térmico del usuario, que no es más que la persona dentro del recinto se sienta cómodo con respecto al ambiente térmico experimentando una sensación de calor ni frío; es decir que las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrollan (Martínez, 2016).

Existen 7 principales procesos para lograr aire acondicionado:

- Calefacción
- Enfriamiento
- Humidificación
- Deshumidificación
- Limpieza
- Ventilación
- Movimiento del aire

Es esto por lo que se debe tener en cuenta el área geográfica donde se hace la implementación de estos sistemas y conocer los requerimientos de esta, porque en casos no son necesarios algunos de los procesos. Por ejemplo: La implementación y prueba para una ciudad como Barranquilla – Colombia, ciudad costera con clima cálido y húmedo, no es necesaria la calefacción y humidificación del aire hablando de requerimientos básicos como un hogar u oficina.

Se debe considerar que al interior de muchos hogares u oficina se pueden encontrar cargas térmicas variables que pueden deberse al uso del espacio interior, a cargas externas o también a

la posición con respecto al sol del recinto. Al momento de implementar un sistema de AC se debe tener en cuenta estas zonas, que pueden ser habitaciones o equipos dentro o fuera del recinto (Paez-Logreira, Ramirez-Cerpa, Diaz-Charris, Lopez-Torres, & Miranda-Pupo, 2017; Villa, 2017).

Teniendo en cuenta el presente estudio que se encuentra relacionado a sistemas de AC unitarios basados en refrigerantes, se mencionan los dispositivos de uso más comunes (McDowall, 2007):

- Aire acondicionado de pared
- Aire acondicionado Split

Estos sistemas de refrigeración utilizan compresión de gas para funcionar, generando frio al someter el aire a alta temperatura y baja presión.

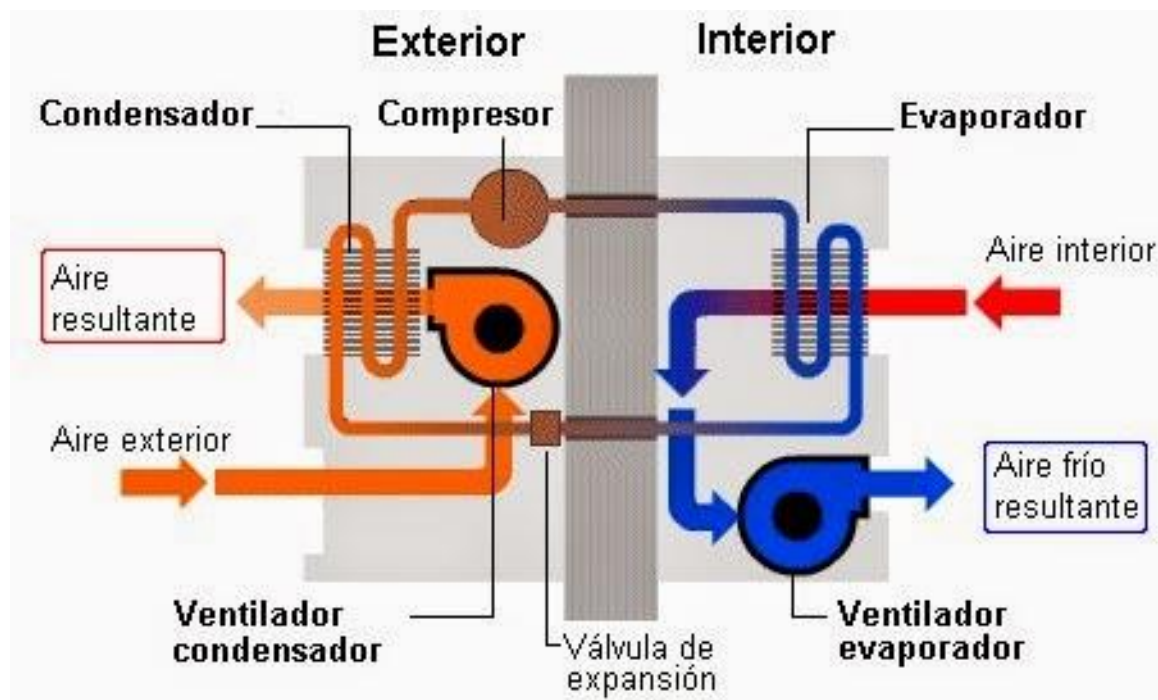


Figura 3. Componentes de un aire acondicionado. Recuperado de

<http://tiposdeaireacondicionado.blogspot.com/2015/05/conceptos-basicos-de-climatizacion-y.html>

Los sistemas de aire acondicionado cuentan con 6 elementos fundamentales (Pacheco, 2017):

- Compresor: Se encarga de limpiar los refrigerantes del evaporado. Comprime el refrigerante gaseoso con altas presiones y los envía al condensador.
- Condensador: Se encarga de enfriar el gas hasta que este se condensa, todo esto mientras el gas pasa por el serpentín y llega a la base del condensador como líquido a alta presión.
- Ventilador del condensador: Ayuda a enfriar los gases cálidos que vienen del compresor por su paso por el condensador.
- Evaporador: Su función principal es absorber el aire del interior, contiene además el gas que enfría el aire al ingresar al sistema.
- Ventilador del evaporador: Este expulsa el aire frío fuera del sistema para alcanzar el nivel de temperatura deseado.
- Válvula de expansión: Genera la caída de presión necesaria para conectar el condensador y evaporador en el sistema de AC.

6.2 Monitoreo en sistemas HVAC

Un sistema de monitoreo en general se encarga de obtener información de variables que inciden en el funcionamiento de un sistema o variables ambientales, por medio de transductores y sensores (Cama-Pinto et al., 2016), estos datos se transmiten de manera inmediata para que sean visualizados o en su defecto son almacenados para próximas consultas en sitio (Sánchez, Fernando, Llumiquinga, & Alexander, 2016).

Por tanto, un monitoreo en sistemas HVAC se encarga de la adquisición, envío y visualización de variables físicas y/o ambientales que influyen en el funcionamiento de un sistema HVAC. Entre estas variables se encuentran: (Quevedo, Santiago, Heredia, & Alejandro, 2007).

- Voltaje
- Corriente
- Humedad
- Temperatura
- Caudal o flujo de aire
- Presión
- Calidad de aire
- Confort

6.2.1 Medio de transmisión en sistemas de monitoreo HVAC

De manera general en las comunicaciones y cualquier tipo de sistema de monitoreo se necesita un medio de transmisión para el envío de los datos captados, a un dispositivo central.

Estos medios se pueden clasificar en dos tipos:

- Alámbricos o guiados
- Inalámbricos o no guiados

Para escoger un medio de transmisión en el desarrollo de un proyecto se debe tener en cuenta factores como: ambiente en el que se llevará a cabo la transmisión, dispositivos utilizados, aplicación, requerimientos, accesorios, costo y beneficio (Meneses & Pamela, 2015).

6.2.2 Transmisión Alámbrica o Guiada

Consiste en un medio físico que conecta el dispositivo de adquisición de los datos con otro dispositivo o una unidad central, conduciendo las señales de un extremo a otro. Este medio de transmisión es también conocido como cableado, por el uso de cables para lograr el envío. Entre los medios utilizados encontramos:

- Par trenzado: Compuesto por conductores de cobres aislados y trenzados a pares de forma helicoidal y de esta manera reducir la interferencia electromagnética. Este tipo de cableado puede recorrer varios kilómetros, pero a distancias mayores requiere repetidores de señal. Los cables de par trenzado se pueden utilizar para transmisión tanto analógica como digital. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios megabits/seg, en distancias de pocos kilómetros. Debido a su comportamiento adecuado y bajo costo, los cables de par trenzado se utilizan ampliamente y es probable que permanezcan por muchos años (Tanenbaum, 2003).
- Coaxial: Un cable coaxial consiste en núcleo con alambre de cobre rígido como, que se encuentra rodeado por un material aislante. Este material se encuentra forrado con un conductor cilíndrico, que con frecuencia es una malla de tejido fuertemente trenzado. El conductor externo se cubre con una envoltura protectora de plástico. El ancho de banda posible depende de la calidad y longitud del cable, y de la relación señal a ruido de la señal de datos. Hay dos tipos de cable coaxial, según la necesidad: el cable de 50 ohm, que usa por lo general para transmisión digital. Y el cable de 75 ohm, este se utiliza comúnmente para la transmisión analógica y la televisión por cable (Tanenbaum, 2003).
- Fibra óptica: Cuenta con núcleo central de vidrio, cubierto por una capa de vidrio de menor refracción, a través del núcleo se envían datos usando pulsos de luz, por tanto, debe contar con un dispositivo en transmisión y recepción que convierta las señales eléctricas en pulsos de luz y viceversa. Tiene ventajas con respecto al ancho de banda de transmisión e inmune a interferencias electromagnética.

6.2.3 Transmisión inalámbrica

En este tipo de comunicación el medio de transmisión de datos es el aire, mar o vacío, es decir que las señales se propagan libremente y no necesitan de un medio físico que las guíe de extremo a extremo. Lo que posibilita enviar información sin que sea necesaria una conexión física lo que influye a mayor movilidad y comodidad.

Hoy en día se observa una alta dependencia en las actividades cotidianas, empresariales e institucionales de las redes de comunicación. Algunas de las ventajas del uso de transmisión inalámbrica son (Acosta, 2006) (Marriaga B, 2017):

- Movilidad: Capacidad para que los equipos puedan moverse dentro de la zona de cobertura
- Facilidad de instalación: Evita realización de obras y esfuerzos de instalación
- Reducción de costos: Inversión en equipos inalámbricos sin tener que incluir costos de cableado e instalación
- Escalabilidad: El cambio de topología de red es sencillo y agregar dispositivos al sistema se puede realizar de manera rápida

Las redes inalámbricas se según su cobertura se pueden en:

- WPAN - Wireless Personal Area Network (Redes inalámbricas de área personal)
- WLAN - Wireless Local Area Network (Redes inalámbricas de área local)
- WMAN - Wireless Metropolitan Area Network (Redes inalámbricas de área metropolitana)
- WWAN – Wireless Wide Area Network (Redes inalámbricas de área extendida)

Cada una de estas redes cuenta con diferentes tipos de tecnologías para la transmisión inalámbrica de información dependiendo de la necesidad de cobertura y otros parámetros de cada

aplicación. En la figura 4 se observan algunos tipos de tecnologías según el tipo de red en la que se encuentran ubicadas (Marriaga B, 2017).

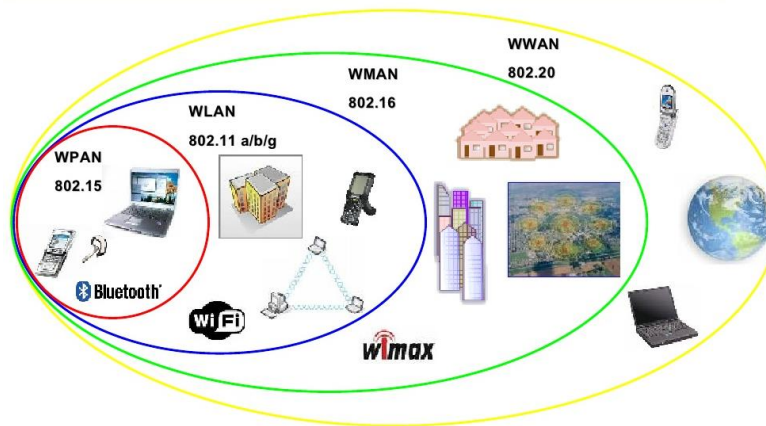


Figura 4. Tecnologías inalámbricas según su tipo de red y alcance. Recuperado de https://es.slideshare.net/Pink_FloYd/defensa-ptt, por J. Valenzuela, 2007

En la figura 5 se muestran las tecnologías utilizadas en el mercado comparándose con respecto a dos parámetros importantes: velocidad de transmisión y cobertura alcance de la transmisión de datos.

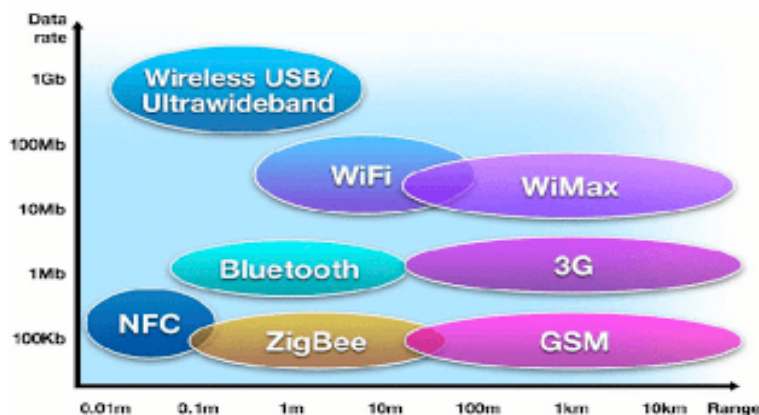


Figura 5. Tecnologías inalámbricas – Rango Vs Alcance. Recuperado de <http://abain11gcl.blogspot.com.co/2011/03/analisis-de-graficas.html>, por G.Crespo, 2011

6.3 Internet de las cosas

6.3.1 Definiciones e inicios

El termino internet de cosas (Sus siglas en ingles IoT- Internet of Things) surgió a finales de los 80, cuando Mark Weiser director científico del Xerox Palo Alto Research Center, hablo del concepto de computación ubicua donde describía que la computación pasaría de tener un pequeño segmento de la vida a formar parte integral de la cotidianidad, resultado casi transparente para los seres humanos (Weiser, 1999). Luego de esto el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), acuñó el término Internet of Things con su grupo Auto-ID Center, el cual realizaba investigaciones en el campo de la identificación por radiofrecuencia en red (RFID) y las tecnologías de sensores emergentes.

La definición del internet de las cosas es mucho más simple que la complejidad que lo rodea consiste en la posibilidad de que tanto las personas como los objetos tengan acceso a internet y sean capaces de enviar y obtener información en cualquier momento y lugar. Para el Grupo de soluciones empresariales basadas en Internet (IBSG, Internet Business Solutions Group) de Cisco, IoT es sencillamente el punto en el tiempo en el que se conectaron a Internet más “cosas u objetos” que personas (Evans, 2011). También Rolf Weber define IoT como una arquitectura emergente basada en la Internet global que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados (Weber, 2010). siendo una tecnología que en algunos contexto utiliza técnicas de minería de datos (Zamora-Musa & Velez, 2017). Infiriendo así que IoT ofrece un cambio radical en la calidad de vida los seres humanos ofreciendo nuevas oportunidades y aplicaciones en distintos aspectos de la vida, pero además influyendo en la privacidad y seguridad de los involucrados.

Para Cisco IBSG el internet de las cosas nació entre 2008 – 2009 cuando su uso en aplicaciones empezó a potenciarse, observando crecimientos en la cantidad de dispositivos conectados a internet por persona, como se observa en la figura 6 (Evans, 2011).

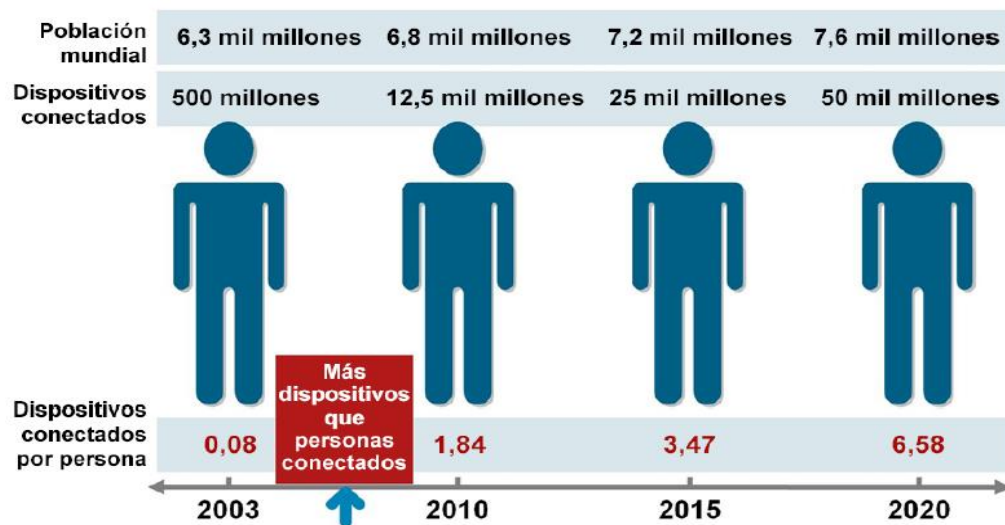


Figura 6. Personas conectadas a internet con respecto a los años. Recuperado de Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), por D.Evans, 2011

Para 2020 se prevé 50 mil millones de dispositivos conectados a internet sin tener en cuenta los avances que se presenten de IoT ya que estas cifras están basadas en valores válidos durante el tiempo que se realizó el estudio, es decir que esta cifra aumente considerablemente. La muestra considera los valores de la población mundial, teniendo en cuenta que parte de la población no tiene acceso a internet, el número de dispositivos por persona aumentaría.

En la actualidad IoT se encuentra conformada por una colección dispersa de redes diferentes y con distintos fines. Por ejemplo, los automóviles actuales tienen múltiples redes para controlar el funcionamiento del motor, las medidas de seguridad, los sistemas de comunicación entre otros. De forma similar, los edificios comerciales y residenciales tienen distintos sistemas de control para la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado, la telefonía, la seguridad y la iluminación (Evans, 2011). A medida que IoT evolucione las redes deben estar en la capacidad

de conectarse entre sí para el intercambio de datos e incorporación de seguridad, análisis y administración de los datos, permitiendo así que IoT se convierta en una herramienta poderosa y de gran uso. Como se observa en la figura 7 una red de redes que permita la existencia de redes individuales, interconectadas entre si bajo estándares de seguridad que permitan la gestión y administración de la red general.

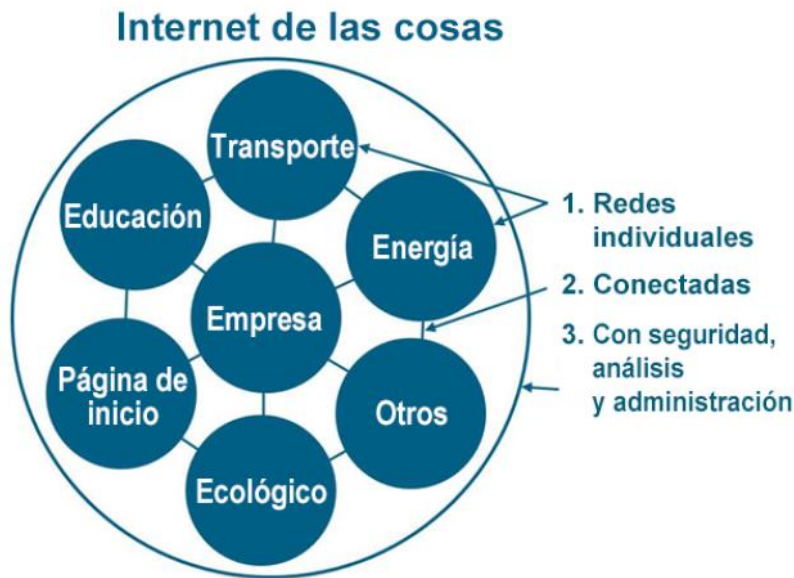


Figura 7. Red de redes, IoT. Recuperado de Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), por D. Evans, 2011

6.3.2 Arquitectura de IoT

La arquitectura IoT debe cumplir algunos requisitos para que la tecnología pueda ser aplicada y viable, dentro de los que están: la tecnología debe ser distribuida, lo que implica que la información puede venir de objetos y sensores en diferentes partes del mundo, y que a su vez esta pueda ser procesada por diferentes servidores y maquinas. Estos objetos también deben poder interactuar entre ellos, añadiendo además escalabilidad, eficiencia y seguridad. En algunos de estos puntos la tecnología IoT aún se encuentra trabajando, sobre todo en agregar seguridad al tráfico de datos.

Actualmente se desarrollan aplicaciones y soluciones con su propio software y hardware. Por tanto, la arquitectura debe ser capaz de interactuar con diferentes aplicaciones y mostrar los componentes necesarios en un sistema para usuarios y desarrolladores. La actual arquitectura IoT se encuentra conformada por 4 capas fundamentales que son: Capa de objetos o detección de objetos, capa de intercambio de datos, capa de integración y capa de aplicaciones. Estos nombres pueden variar según el autor, pero las funcionalidades se mantienen (Ma, 2011).

Tabla 2.

Capas de arquitectura IoT

Capa	Descripción
De Objetos/Cosas/ Dispositivos	<p>Disminuye los requisitos de conexión para objetos con menores capacidades de memoria, permitiendo la interconexión de dispositivos en red.</p> <p>En esta capa se pueden encontrar objetos como sensores, actuadores y hardware centrales que permiten la comunicación. Dentro de las marcas más utilizadas para prototipos se encuentran: Intel, Arduino, Raspberry Pi, Qualcomm, AMD, Microchip, entre otras (Del Valle, 2016).</p>
De intercambio de datos	<p>Permiten la conectividad de los objetos o dispositivos a Internet. Su objetivo fundamental es establecer la conexión entre los dispositivos y la nube.</p> <p>Agregándole componentes de seguridad, robustez, tolerancia a fallos con el fin de obtener toda la información recolectada por los objetos y enviarla para que pueda ser gestionada.</p> <p>La problemática en esta capa se presenta en los diferentes sistemas, protocolos, lenguajes y aplicaciones que puede utilizar un prototipo, esta capa debe tener la capacidad de entender todos los sistemas y hacerlos compatibles para comunicarse entre ellos. Entre los protocolos y tecnologías más conocidos para la comunicación están: ZigBee, Wifi, MQTT, Zwave o Bluetooth (Del Valle, 2016).</p>

De integración	La información fundamental de las aplicaciones IoT se obtiene de los datos recolectados de los sensores y objetos. Esta capa de la arquitectura se concentra en el procesamiento, gestión, análisis y el uso inteligente de los datos. Normalmente las aplicaciones IoT utilizan servicios en la nube para realizar la gestión de los datos y realizar acciones con respecto a estos (Lequerica, 2003).
De aplicación	Esta capa es la encargada de la forma en la que se muestran los datos a los usuarios, es decir el servicio entregado y como el usuario modifica estos servicios.

Nota: Tabla de descripción de arquitectura IoT realizada en revisión del marco teórico, por A. Marriaga, 2017

6.4 Web Services

Si se define un web services desde el punto de vista totalmente técnico se habla de un objeto que tiene todas o parte de sus funciones accesible mediante protocolos de red. Web services es una tecnología que permite acceder a funcionalidades de un objeto en concreto sin importar las tecnologías o plataformas implicadas en la petición, permitiendo así abrir la posibilidad de acceso con mayor facilidad a la información por parte de un cliente, permitiendo así la interoperabilidad de lenguajes y plataformas de una red (Lequerica, 2003). En general un web services permite procesar y acceder a información a través de cualquier lugar, por cualquier persona autorizada y por cualquier medio haciendo uso de tecnologías orientadas al internet, entre las que se pueden encontrar: FTP, HTTP, STM, Jabber y otras. Se puede utilizar cualquiera de estas tecnologías para su implementación, pero el uso de HTTP se ha popularizado debido a la facilidad de implementación, su interactividad y por el hecho de ser el que cuenta con mayor extensión e información para consultas.

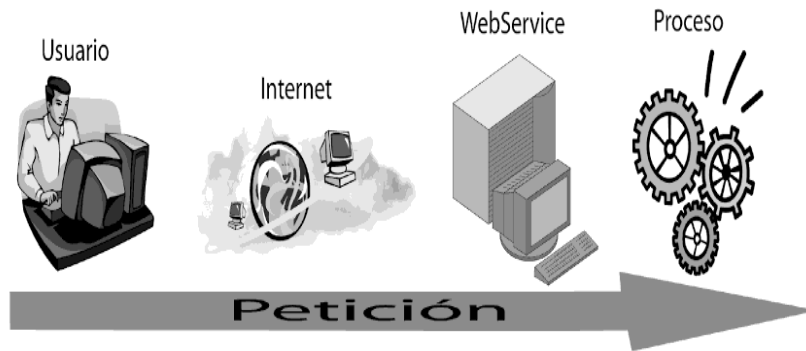


Figura 8. Esquema de operación de un web services. Recuperado de *Web services (edición especial)*, J.

Lequerica, 2003

En el esquema de operación de un web services, normalmente un usuario que puede ser: una persona, otro web services, programa o servidor realiza una petición desde su equipo por medio de internet a alguna aplicación o proceso. El web service se encuentra en medio del cliente y el programa que realiza el proceso, atendiendo la solicitud para que cualquier lenguaje de programación tenga acceso a información del programa. Esta manera de trabajar permite que el web services sea utilizado para transacciones B2B (business to business), B2C (business to client), C2B (cliente to business), P2P (peer to peer), los ejemplos más comunes son consulta de la temperatura actual de una ciudad a un instituto de meteorología o solicitud de un código postal a la empresa encargada de la gestión de mensajería, pero también puede ser usado para normalización de datos, recuperación de datos, peticiones desatendidas, manejo de ficheros entre otros (Lequerica, 2003).

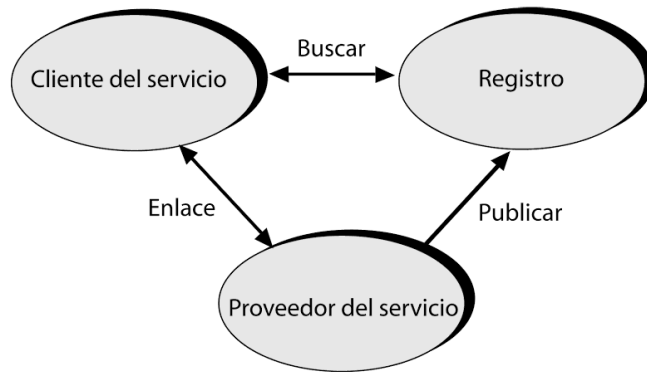


Figura 9. Topología de agentes que intervienen en una solicitud web services. Recuperado de *Web services (edición especial)*, J. Lequerica, 2003

Como se puede observar en la figura 9, una topología de web services está compuesta por un cliente del servicio, un proveedor del servicio y un registro. Un proveedor de servicio publica una lista de servicios ofrecidos a un registro a su vez el cliente busca el servicio que está solicitando y se le devuelve una lista de los servicios que podrían funcionar según su solicitud, de esta lista se procesa el más conveniente según parámetros ya estandarizados, el cliente realiza enlace con el proveedor seleccionado y este le hace entrega del servicio solicitado.

Los protocolos más utilizados para web services según su funcionalidad son (Besterio & Rodríguez, 2014):

Tabla 3.

Protocolos usados en web services

Protocolo	Acción	Uso
UDDI	Encontrar	Se encarga de ofrecer y almacenar un directorio de servicios en internet
WSDL	Describir	Define los servicios que se encuentran en el directorio

SOAP	Invocar	Permite la invocación de los métodos del servicio
XML – XML Schema	Datos	Permite al cliente del servicio enviar y recibir mensajes para la realización de la solicitud
HTTP, SMTP, TCP	Transporte	Protocolos de internet de uso libre que dan soporte a las capas superiores

Nota: Adaptado de Web Services, M. Besterio & M. Rodríguez, 2014

Hacer uso de la tecnología web services es casi indispensable pero además tiene ventajas técnicas y comerciales que incitan su uso (Besterio & Rodríguez, 2014):

- Permite ofrecer una tecnología distribuida de componentes de manera optima
- Evita los problemas inherentes a la existencia de firewalls, por lo que SOAP utiliza HTTP como protocolo de comunicación
- Permite la invocación sencilla de métodos
- Los consumidores del servicio pueden estar en cualquier parte de y usar cualquier plataforma con la única condición que soporte XML/SOAP o HTTP
- Permite centralización de datos sin importar si los webs services este o no distribuidos

6.5 Dispositivos empleados para el monitoreo de sistemas HVAC

6.5.1 Arduino

Para esta investigación se consideró utilizar la plataforma Arduino como microcontrolador central de sistema, por lo que es un dispositivo con procesamiento autónomo, posee un lenguaje de programación de amplio uso lo que facilita la búsqueda de información en la red, permite además implementar protocolos como HTTP y posee una memoria con capacidad considerable que lo hace viable para implementación de una estructura de respuesta web services.

Arduino cuenta con un gran número de tarjeta, que pueden ser usadas en distintas aplicaciones, para este proyecto se decidió usar específicamente el Arduino Mega, el cual está basado en un microcontrolador AT mega 1280, posee 54 pines de entrada y salida digital (14 pueden ser usados como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 puertos de serie (UART). Cuenta con un oscilador de cristal de 16Mhz, conector USB y de voltaje, y una cabecera ICSP que hace posible conectar tarjetas que complementan su funcionalidad (Tarjetas Ethernet, WIFI, GPRS, GSM, entre otras). Su voltaje de operación es de 5V y corriente DC de 40Ma (Arduino, 2017).

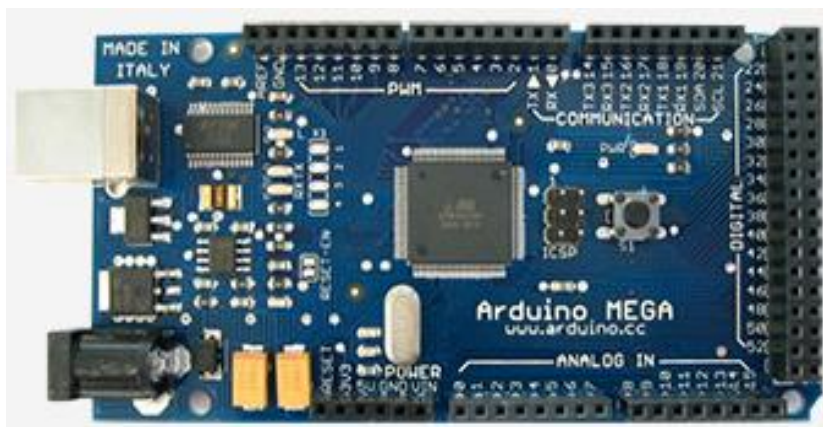


Figura 10. Placa Arduino Mega. Recuperado de: <https://www.arduino.cc/es/Main/arduinoBoardMega>, Arduino, 2017

6.5.2 Tarjeta WIFI

El módulo inalámbrico Wifi utilizado para este proyecto es el ESP8266 fabricado por sparkfun, es un chip integrado (SoC) autónomo que contiene la pila de protocolo TCP/IP y puede dar acceso a cualquier microcontrolador a una red Wifi. Funciona a 3.3V y necesita una corriente de arranque de aproximadamente 215mA.

El ESP8266 es capaz de alojar una aplicación o descargar todas las funciones de red Wifi desde otro procesador de aplicaciones. Cada módulo viene preprogramado con un firmware de conjunto de comandos AT, lo que significa que simplemente puede conectarlo a su dispositivo

Arduino y obtener la capacidad Wifi que ofrece Wi-Shield. El módulo es una placa altamente rentable para proyectos que requieren bajos costos y las funcionalidades de Wifi (SparkFun, s. f.).

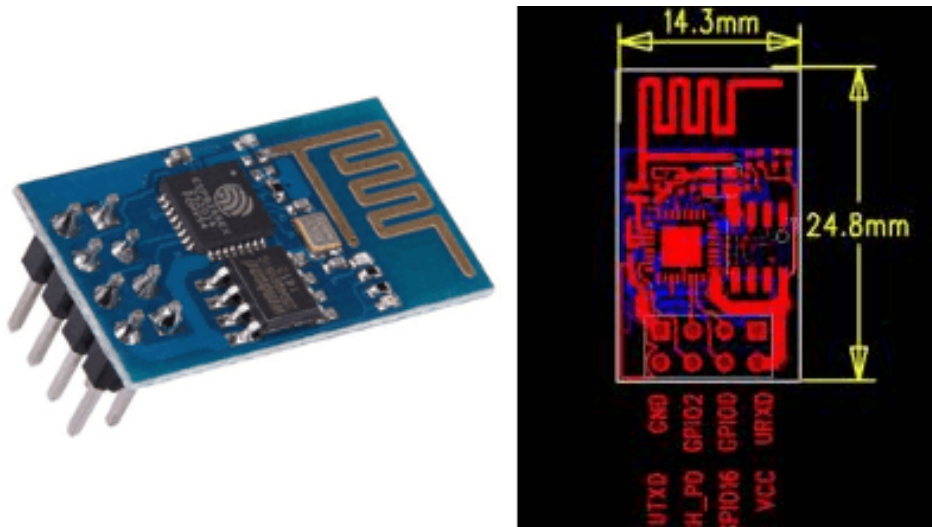


Figura 11. Módulo Wifi ESP8266 con descripción técnica. Recuperado de <http://visystem.ddns.net:7442/ESP8266-modulos>, (s.f)

Este módulo cuenta con una capacidad de almacenamiento y procesamiento lo suficientemente potente que permite ser integrado con los sensores y otros dispositivos específicos de la aplicación a través de sus GPIOs, la cantidad de entradas disponible para este tipo de aplicaciones depende la versión del módulo que se esté utilizando que va desde la versión 01 hasta la potente NodeMCU.

Entre las características más relevantes del módulo utilizado para este proyecto ESP -01, se encuentran (SparkFun, s. f.):

- 802.11 b / g / n
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Pila de protocolos TCP / IP integrada

- + 19.5dBm de potencia de salida en modo 802.11b
- Corriente de fuga de <10uA
- 1MB de memoria flash
- CPU de 32 bits de baja potencia integrada podría ser utilizada como procesador de aplicaciones
- Envío y recepción de paquetes en <2ms
- Consumo de energía en espera de <1.0Mw

6.5.3 Sensor de corriente no invasivo 30 Amperios ECS10

Para evitar cortes y empalmes en el cableado de conexiones del equipo HVAC se decidió hacer uso de un sensor de corriente no invasivo o conocido también como transformador de corriente de núcleo dividido, este sensor se fija alrededor de la línea de alimentación del equipo, de esta manera actuara como un inductor que responde al campo magnético generado por el conductor de corriente al que se ha fijado. Es capaz de medir hasta 30Amp nominal, lo que lo hace ideal para proyectos donde se hace necesario monitorear energía o en la creación de dispositivos de protectores de sobre cargas eléctricas. Este sensor no cuenta con una resistencia de carga, por tanto, se hace necesario la creación de un circuito de acople que convierta la corriente inducida de la bobina, en una tensión pequeña que pueda ser medida (Naylamp Mechatronics, s. f.).

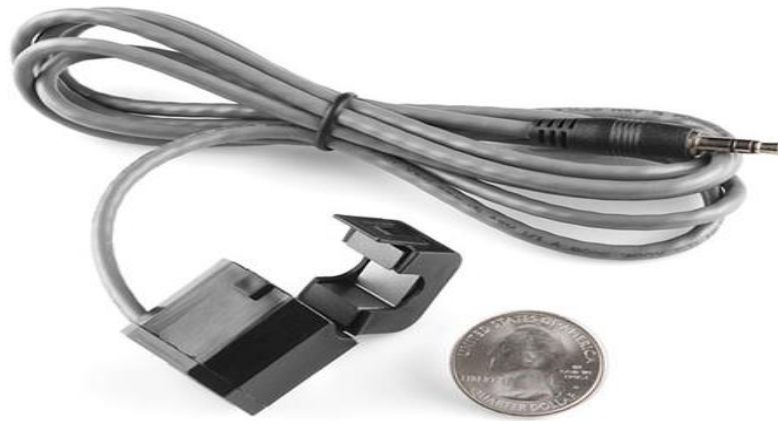


Figura 12. Sensor de corriente no invasivo 30 amperios ECS10. Recuperado de <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/SSMGC30>, Electrónica Embajadores, (s.f)

6.5.4 Sensor de Voltaje

Para realizar la medición de voltaje requerida se usa un transformador de 120 Vac – 12 Vac junto a un circuito rectificador para acoplar a la entrada del Arduino. El uso de los transformadores como alternativa de medición de voltaje es una alternativa viable, económica y sencilla, que es usada incluso para sistemas de mediciones comerciales.

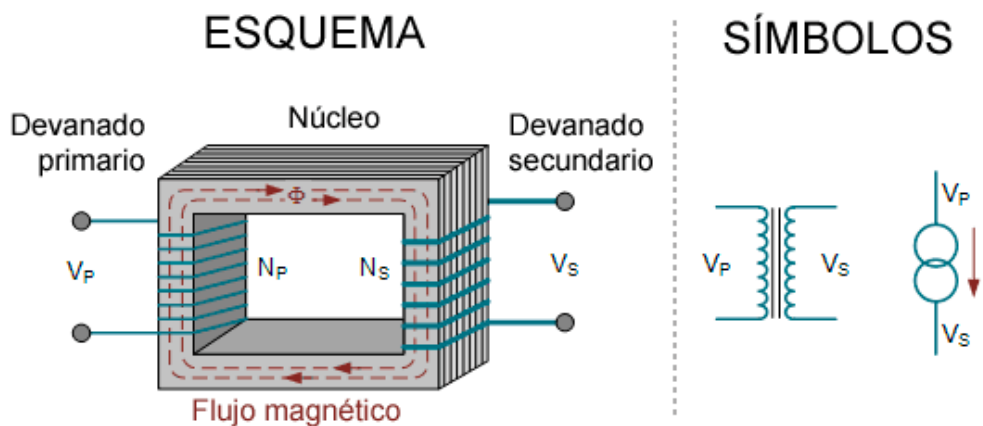


Figura 13. Esquema y símbolos de transformador de voltaje. Recuperado de <https://www.luisllamas.es/medir-tensiones-de-220v-230v-con-arduino-y-transformador>

Como se observa en la figura 13 un transformador consta de dos devanados (primario y secundario) o bobinas, estos devanados se encuentran alrededor de un núcleo ferromagnético.

Cuando se permite circular corriente por el devanado primario se induce un flujo magnético que atraviesa al devanado secundario y este genera tensión inducida o fuerza electromotriz. Este flujo depende de la cantidad de espirales con la que cuente cada devanado.

6.5.5 Sensor de humedad y temperatura DHT11

Para realizar las mediciones de temperatura y humedad requeridas se escogió el encapsulado DHT11, la comunicación de este sensor se realiza a través de un único hilo (1-wire) de señal digital calibrada, lo que facilita su implementación e integración en proyectos de manera rápida y sencilla. Es pequeño, presenta un bajo consumo y posee la tecnología necesaria para adquirir y procesar datos de temperatura (componente NTC) y humedad relativa (medición tipo resistiva), garantizando fiabilidad y estabilidad a largo plazo (D-Robotics, 2010).

Tabla 4.

Características del sensor DHT11

Sensor	Medición	Tolerancia	Medición	Tolerancia	Resolución	Tiempo de	voltaje de	consumo
	Temperatura		Humedad			respuesta	operación	de
			Relativa					corriente
DHT11	0 - 50°C	±2°C	20 – 90%	±5%	1	6s- 30s (varía según condiciones)	3 – 5.5 V DC	0.2 – 1 mA

Nota: D-Robotics. (2010, julio). DHT11 Humidity & Temperature Sensor. Recuperado a partir de

<http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>

Este sensor cuenta con 4 pines los cuales solo se utilizan 3, Pin 1 corresponde a voltaje DC, pin 2 para transmisión de datos y pin 4 conexión a tierra. Cuando la conexión entre el pin de datos y el microcontrolador es menor a 20mts se recomienda el uso de una resistencia pull-up de 5K, en caso de ser mayor esta resistencia debe ser calculada. Normalmente se utiliza un capacitor de 100nF se puede agregar entre VDD y GND para el filtrar voltaje, pero sin este puede

funcionar. Para facilitar la implementación algunos fabricantes agregan al encapsulado una tarjeta SMT que incluye la resistencia y el capacitor y hace uso de los 3pines necesarios, la cual fue escogida para ser usada en este proyecto.

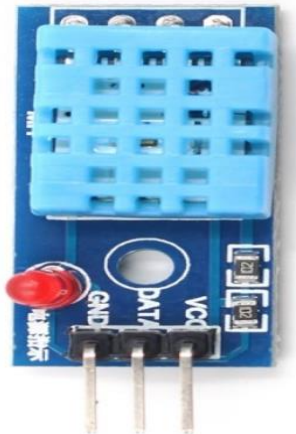


Figura 14. Encapsulado del sensor DHT11. Recuperado de <https://www.makerfabs.com/DHT11-Temperature-and-Humidity-Module.html>, Makerfabs, (s.f)

6.6 Plataforma Heroku

Heroku es un servicio en la nube, lo que permite a los desarrolladores o clientes centrarse en la creación de la aplicación, eliminando la necesidad de servidores, mantenimientos y administración compleja del sistema. Es un servicio gratuito hasta 5MB en disco para la base de datos y 50MB para todos los demás archivos incluyendo el repositorio GIT (Intro a Heroku, 2010).

La plataforma Heroku es una arquitectura multi-tenant construida en Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), en este tipo de entorno multi-tenant, todos los clientes y sus usuarios consumen el servicio desde la misma plataforma tecnológica, el intercambio de todos los componentes de la tecnología incluyendo el modelo de datos, servidores y las capas de base de datos. Las arquitecturas Multi-Tenant se refiere a un principio en la arquitectura de software

donde una única instancia del software se ejecuta en un servidor y al servicio a múltiples clientes (los arrendatarios) (Macías, 2010).

Heroku permite la gestión de aplicaciones haciendo posible un rápido despliegue ya sea a través de una interfaz de línea de comandos o en línea y en dispositivos móviles a través de la API, apoyando en gran medida a las metodologías ágiles de desarrollo y despliegue continuo. En esta plataforma es posible crear un grupo de colaboradores que agreguen información a la aplicación con confiable seguridad para el acceso de miembros individuales o del equipo de desarrollo o scrum para impulsar los cambios.

Los desarrolladores pueden aprovechar que Heroku es una plataforma poliglota que permite crear, ejecutar y escalar aplicaciones de una manera similar en todos los idiomas, utilizando las dependencias y Procfile. Ejecutando aplicaciones escritas en Ruby, Node.js, Java, Python, Clojure, Scala, Go y PHP. Además de un fácil acceso a la base de datos PostgreSQL, utilizando SQL, almacenamiento de datos de valor clave, o utilizar su propio almacenamiento de datos externo según sea la elección (Heroku, 2017).

6.6.1 Arquitectura Heroku

Dentro de la arquitectura de Heroku se encuentran los Dynos, son unidades que proveen capacidad de cómputo en la plataforma. Un dyno se puede observar como un contenedor ligero, virtual y seguro basado en los contenedores Linux. Cada dyno está aislado de los demás, por esta razón los comandos ejecutados y archivos almacenados no afectan a otros. Cada dyno puede ejecutar una variedad de diferentes tipos de procesos y comandos dentro de los que están (Kemp & Gyger, 2013):

- Aplicaciones Web que sirven páginas
- Procesos que sirven las solicitudes de API

- Trabajadores por lotes basados en tiempo o de fondo
- Programas únicos

Los Dynos ofrece a los usuarios una serie de características y ventajas (Kemp & Gyger, 2013):

- Eficacia de escalamiento: Si se tiene un proceso de fondo que tarda mucho en ejecutarse en un solo dynos, se puede fusionar con otro en paralelo para que la tarea se pueda completar en menos tiempo.
- Enrutamiento inteligente: Por medio de la pila de protocolos HTTP traffic y de una configuración poco compleja, se puede realizar enrutamiento de información a diferentes dynos lo que permite entregar respuestas fragmentadas y uso de un servidor web asíncrono para manejar múltiples respuestas de un solo proceso web.
- Automatización de la gestión de procesos: En caso de que un proceso no responda o no tenga el comportamiento adecuado, se puede reiniciar automáticamente sin la intervención del usuario.
- Distribución y redundancia: Debido a que su proceso puede ejecutarse en varios dynos, la conmutación por error y la redundancia están integrados. Cuando varios dynos se ejecutan en paralelo, los procesos son distribuidos automáticamente en diferentes equipos físicos, proporcionando protección a fallas de un único servidor. Los dynos se ejecutan en varios datos de centros Amazon, proporcionando redundancia geográfica y copia de seguridad automatizada.
- Aislamiento: Cada proceso se ejecuta completamente separado de los demás. Procesos individuales se ejecuta en un contenedor que impide que otras aplicaciones utilicen la misma memoria.

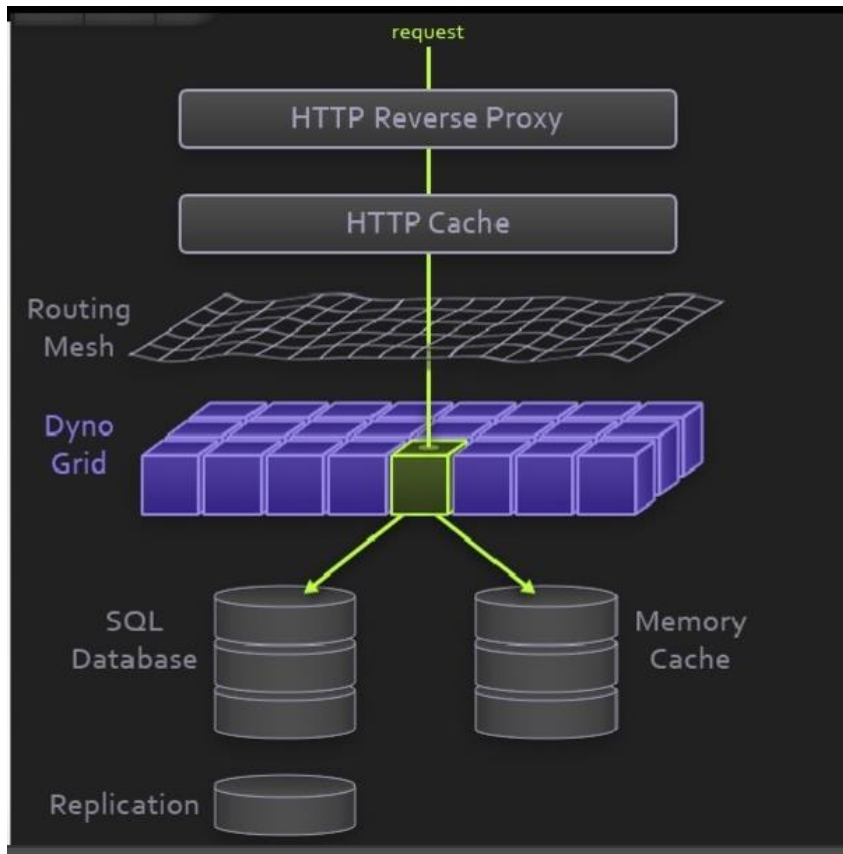


Figura 15. Arquitectura Heroku. Recuperado de *Professional Heroku Programming* C. Kemp & B.Gyger,

2013

7. Metodología

7.1 Metodología de la investigación

Esta investigación es de enfoque cualitativo y de desarrollo tecnológico, donde se busca realizar un sistema de monitoreo para equipos de refrigeración utilizando la tecnología web services como una propuesta viable para ser aplicada en la arquitectura de internet de las cosas - IoT. La investigación posee un alcance descriptivo, y tiene como objetivo definir la arquitectura de monitoreo y los elementos que la conforman.

Para el desarrollo del sistema de monitoreo para equipos de refrigeración se propuso investigar inicialmente sobre los sistemas de monitoreo para equipos HVAC, implementación de web services sobre microcontroladores, parámetros y variables necesarias para el diseño e implementación, todo esto por medio de revisiones en la literatura y realización de encuestas a usuarios que utilizan estos equipos. Luego se identificó el hardware, sensores y tipo de comunicación adecuados para implementar un prototipo de pruebas. Paralelo a esto se determinaba el tipo de lenguaje y plataforma de despliegue rápido para desarrollar la interfaz gráfica para visualizar los datos adquiridos por el sistema. En general un sistema de monitoreo para refrigeración debe contener:

- Sensores de variables ambientales y físicas
- Dispositivos para adquisición y procesamiento de datos
- Dispositivos para la transmisión de estos datos
- Sistema para almacenamiento y visualización de datos

El problema de estudio es abordado desde la determinación y prueba de una arquitectura de monitoreo basada en web services para ser usada en la arquitectura del Internet de las Cosas (IoT). Se establecieron 4 fases de las cuales se desprendieron actividades que permitían el

alcance propuesto, utilizando como base la metodología propuesta por Sampieri en el libro metodología de la investigación (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

Tabla 5.

Metodología del proyecto

Objetivo Específico	Fase	Actividad	Resultados
Analizar el estado de la técnica en el diseño e implementación de los sistemas de monitoreo en los sistemas de refrigeración.	De análisis	Búsqueda de fuentes bibliográficas	• Base de datos de publicaciones
		Tabulación de estas fuentes bibliográficas	• Datos de encuesta realizada
		Realización de encuesta a usuarios AC	• Selección de tecnología y sensores
		Identificación de variables medidas en este tipo de sistemas de monitoreo.	• Capítulo Estado del Arte
		Selección de tecnologías y sensores a usar	
Diseñar la arquitectura del sistema de monitoreo de datos para equipos de refrigeración.	De Diseño	Redacción de la monografía	
		Escoger tipo de sistema de refrigeración a monitorear	• Especificación de los requisitos del diseño.
		Selección del protocolo de comunicación a usar	• Arquitectura de hardware y software
		reconocimiento de arquitectura usada para IoT	
		Selección de lenguajes, métodos de	

Implementar la arquitectura del sistema de monitoreo de acuerdo con el diseño y análisis realizado.	De implementación	almacenamiento y visualización de los datos medidos	<ul style="list-style-type: none"> Esquemas de funcionalidad y casos de usos
		Esquema de la interfaz gráfica para visualización	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de dispositivo y sensores utilizados
		Adquisición de materiales con base al diseño realizado anteriormente	<ul style="list-style-type: none"> Capítulo de resultados I
		Desarrollo de códigos de programación para interconexión de sensores y envío de datos a la web	<ul style="list-style-type: none"> Códigos para hardware y software
		Desarrollo de interfaz gráfica y base de datos para visualización/almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz gráfica funcional Capítulo de resultados II
		Realizar conexión y pruebas de funcionamiento	
Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo de equipos de refrigeración.	De validación	Documentar pruebas y resultados	<ul style="list-style-type: none"> Resultado de pruebas
		Redacción de monografía final	<ul style="list-style-type: none"> Capítulo de resultados y conclusiones

Nota: Estructura de trabajo de las actividades realizadas en el marco de esta investigación, por A. Marriaga, 2017

7.1.1 Fase 1: Análisis

En esta fase se realiza una revisión del estado del arte de los sistemas de monitoreo para equipos HVAC teniendo en cuenta el diseño, implementación y parámetros sensados de cada proyecto. Se inició con la revisión de publicaciones relacionadas a sistemas de monitoreo HVAC, luego se extendió la revisión a sistemas de monitoreo utilizando la tecnología web services. Se procede a diseñar y realizar una encuesta virtual para conocer con mayor precisión los requerimientos del sector usuario en diferentes países (la encuesta tuvo como eje central la región caribe, pero existieron participantes de otras regiones y de países como México y Argentina). Con base a la revisión literaria y la encuesta se determinan los parámetros de necesidad para un sistema de monitoreo y de interés para el usuario. De igual forma, se comprueba la viabilidad del uso de la tecnología web services para sistemas embebidos. Estableciendo así criterios para la implementación que dé solución a la necesidad planteada.

7.1.2 Fase 2: Diseño

Con base a la revisión de la literatura y a los datos obtenidos en la encuesta se establecen los parámetros a medir y los criterios que se tendrán en cuenta para realizar el monitoreo. En esta fase se selecciona el tipo de sistema HVAC a monitorear, al igual que los sensores, tecnologías, lenguajes de programación y plataforma de despliegue que son usados para el diseño e implementación del sistema. Se establece un diseño de la arquitectura general del sistema, además del diseño de casos de usos para iniciar la programación de la etapa de almacenamiento y visualización de datos. Se inicia la programación del hardware y software, realizando pruebas con sensores y envíos de datos. En el capítulo 6 se describen los sensores y microcontrolador

seleccionados para la etapa de adquisición de datos y la plataforma utilizada para el despliegue del software.

7.1.3 Fase 3: Implementación

En esta etapa se desarrolla el código de programación para la etapa de adquisición y envío de datos, donde se tuvo en cuenta el tipo de microcontrolador y dispositivos de red seleccionados con anterioridad. Se realizan pruebas de sensado de datos y envío de datos a la red. Teniendo en cuenta los diagramas de despliegues y casos de usos diseñados en la fase 2 se desarrolla la base de datos y la interfaz gráfica para almacenamiento y visualización de datos. Probando su funcionalidad con pruebas de datos fijos de las variables sensadas. Una vez verificada la funcionalidad del código para la etapa de adquisición y envío de datos además de la funcionalidad del sistema de almacenamiento y visualización se procede a realizar pruebas de estos dos sistemas, comprobando su funcionalidad y conexión.

7.1.4 Fase 4: Validación

Se procede a la ejecución de pruebas del sistema de monitoreo total en un ambiente real. Se implementan pruebas durante varias semanas en un equipo de refrigeración de uso doméstico. De estas pruebas se obtienen datos que son extraídos del sistema de almacenamiento y con los cuales se realiza el análisis de resultados y las conclusiones del proyecto.

8. Resultados y discusión

8.1 Resultado Fase 1: Análisis del estado de la técnica

En la fase de análisis del estado de la técnica donde se realizó inicialmente la revisión de literatura y el estado actual de las tecnologías utilizadas para monitoreo de sistemas HVAC y aplicaciones de la tecnología WS sobre microcontroladores de donde se obtuvo la base de datos de publicaciones (ver anexo B). Paralelo a esta tabulación se da inicio a una encuesta para usuarios de sistemas de AC. Con base a la encuesta (ver anexo A) y la tabulación del estado del arte se obtuvo como resultado la selección de las tecnologías y variables a medir.

8.1.1 Encuesta para requerimientos del sistema de monitoreo

Un requerimiento ayuda a construir una descripción del comportamiento de un sistema que se va a desarrollar según las necesidades del usuario, obtener estos requerimientos tiene como objetivo comprender lo que desea el cliente o futuro usuario con el uso del sistema. El requerimiento identifica que necesita el sistema para ser útil sin necesidad de plantear como se alcanzará.

Por lo anterior se realiza una encuesta, que tuvo como objetivo obtener información acerca del uso y necesidades de los usuarios que interactúan en su cotidianidad con sistemas de AC (posibles clientes), con esta información se determinaron los requisitos que satisfacen la necesidad de los usuarios. El estándar internacional de especificación de requerimientos IEEE830 describe aspectos para tener en cuenta en el desarrollo de los requerimientos de un sistemas, estos aspectos son resumidos por Pfleeger en su libro “Ingeniería de software: teoría y práctica” (Pfleeger, 2002). Con base a cada aspecto se determinó un tipo de pregunta orientada a responder un indicador, como se observa en la figura 16 y así estructurar una encuesta de corta

duración (Max 5 minutos) donde se obtiene la información primordial.

Variable	Aspectos	Indicadores	#Preguntas	Orden
Requerimiento	Interfaz	Plataformas	2	4 y 5
		Protocolos	1	6
	Datos	Información / Variables	1	3
	Documentación	Ubicación	1	9
		Cantidad	1	10
		Visualización	1	7
	Seguridad y Accesibilidad	Frecuencia de acceso	1	8
	Ambiente físico	Lugar	1	1
		Tipo de sistema	1	2

	No funcionales
	Funcionales

Figura 16. Aspectos para generación de preguntas para encuesta. Por A. Marriaga, 2017

La encuesta fue realizada entre los meses de mayo y agosto del año 2016 donde participaron usuarios de sistemas AC de los países: Argentina, Colombia y México. La encuesta estuvo conformada por múltiples preguntas cerradas en las cuales se debían escoger entre categorías establecidas. Contenía preguntas concretas y directas, con un formato de preguntas que permitió obtener datos generales sobre los usuarios, necesidades, sistemas y tecnologías de mayor usabilidad, datos que fueron de gran utilidad para determinar el diseño e implementación de este proyecto.



Figura 17. Distribución de participación en países encuestados. Por A. Marriaga, 2017

Las preguntas y resultados de estas pueden ser observados con profundidad en el anexo A

De la encuesta realizada se concluyeron los siguientes ítems que se tuvieron en cuenta para el diseño e implementación de la arquitectura del sistema de monitoreo

Tabla 6.

Conclusiones de encuesta realizada

Aspecto	Conclusión
Ambiente físico	El contacto de personas con sistemas de AC se da mayormente en instituciones educativas y hogares
Ambiente físico	El sistema de AC más popularizado en la cotidianidad es el Mini Split.
Datos	Las variables de más interés para el usuario son: La temperatura interna y el costo del consumo energético.
Interfaces	Los dispositivos en los cuales el usuario realizará la visualización de datos: Celulares y Computadoras.
Interfaces	La tecnología de mayor uso para el monitoreo y conexión es el Wifi.
Documentación	La visualización más cómoda para un usuario es a través de gráficas.

Documentación	El mayor porcentaje de usuarios encuestados están interesados en almacenar su información en la nube, lo que evidencia una tendencia al uso de la tecnología IoT.
Seguridad y accesibilidad	Se evidencio que un gran porcentaje de las personas encuestadas no tiene en cuenta el estado de su sistema AC.

Nota: Conclusiones encuesta realizada con posibles usuarios de plataforma, por A. Marriaga, 2017

8.1.2 Tipos de variables medidas

Los datos más representativos en el monitoreo de un sistema de refrigeración, según lo observado en el estado de la técnica (ver anexo B) y la encuesta realizada a usuarios de interés, son: Temperatura, humedad y consumo de energía. La temperatura y humedad son variables medidas normalmente para realizar análisis de confort térmico (condición mental que expresa la satisfacción térmica de un ser vivo en cualquier entorno, esta depende del cuerpo de cada individuo). Según la segunda ley de la termodinámica: “se requiere que el calor se transfiera en dirección de la temperatura creciente” (Çengel & Boles, 2004). En este proyecto se tienen en cuenta que diferentes cargas internas influyen en la temperatura ambiente (personas, elementos electrónicos, objetos) pero además la influencia de las cargas externas: habitaciones adyacentes o temperatura externa, para el caso de Barranquilla una temperatura promedio aproximada de 28° centígrados sumándole a esto la humedad relativa promedio 75% (CRA, 2002). El consumo energético para el usuario es equivalente a costo, este consumo es medido por la potencia que necesita un sistema de AC para funcionar durante el tiempo requerido, esta potencia está dada por el voltaje y corriente consumida. La temperatura corresponde a una magnitud física que determina la intensidad de calor que posee un cuerpo o sustancia, esta temperatura puede variar en el tiempo dependiendo de la carga térmica de una habitación (cantidad de objetos o personas en ella) además de la carga térmica que se encuentre fuera de esta. Este cambio en la temperatura

por las cargas internas o externas se conoce como transferencia de calor, que se puede dar por conducción, convección o radiación.

Basado en la necesidad de monitorear variables específicas en un sistema AC Arduino tiene la capacidad de obtener y visualizar datos de:

- Temperatura y Humedad Externa
- Temperatura y Humedad Interna
- Voltaje y Corriente

8.2 Resultado Fase 2: Diseño de la arquitectura en hardware y software

Airduino es una plataforma de hardware y software diseñada para lograr el objetivo del presente proyecto de grado. La plataforma se encarga de adquirir y monitorear datos de variables que influyen en un sistema de aire acondicionado tipo Mini Split instalado en una habitación convencional. Esta instalación se realizó como medida de prueba, pero el diseño puede ser aplicado fácilmente a otros entornos. En general hay tres puntos principales que gobiernan la plataforma Arduino:

- Red y protocolo de comunicación entre dispositivos.
- Hardware para el monitoreo
- Software para el monitoreo

Estos puntos se interrelacionan y son primordiales para definir la arquitectura general de la plataforma, lo que quiere decir que el tipo de hardware utilizado influye, condiciona o limita la programación del software y a su vez el tipo de protocolo, tecnologías, librerías y lenguajes utilizados en software pueden demandar mucho más rendimiento del permitido por el hardware, por lo que se necesita alcanzar un equilibrio del sistema y lograr así una estabilidad y rendimiento en la comunicación.

8.2.1 Arquitectura de Hardware

Físicamente Airduino se encuentra conformado por un grupo de dispositivos que se conectan a la plataforma central por medio de la red Wifi para realizar el monitoreo de las variables seleccionada. Los dispositivos de hardware son:

- AC Mini Split
- Sensores de temperatura y humedad
- Sensor de corriente
- Sensor de voltaje
- Arduino Mega
- Módulo Wifi ESP8826
- Router
- Dispositivos móviles o computadores de acceso.

En la figura 18 se observa la arquitectura general del sistema, inicialmente los sensores conectados al sistema de AC se encargan de adquirir las variables necesarias, estos datos son adecuados y procesados para luego ser enviados cuando sean solicitados al servidor central (en la nube), por medio de la plataforma Arduino y el módulo ESP8826 utilizando la red Wifi. Estos datos son almacenado y procesados para su visualización en la plataforma de servicios en la nube Heroku. Los usuarios a través de sus dispositivos móviles o computadores puedan visualizar gráficos de temperatura, humedad y consumo de energía.

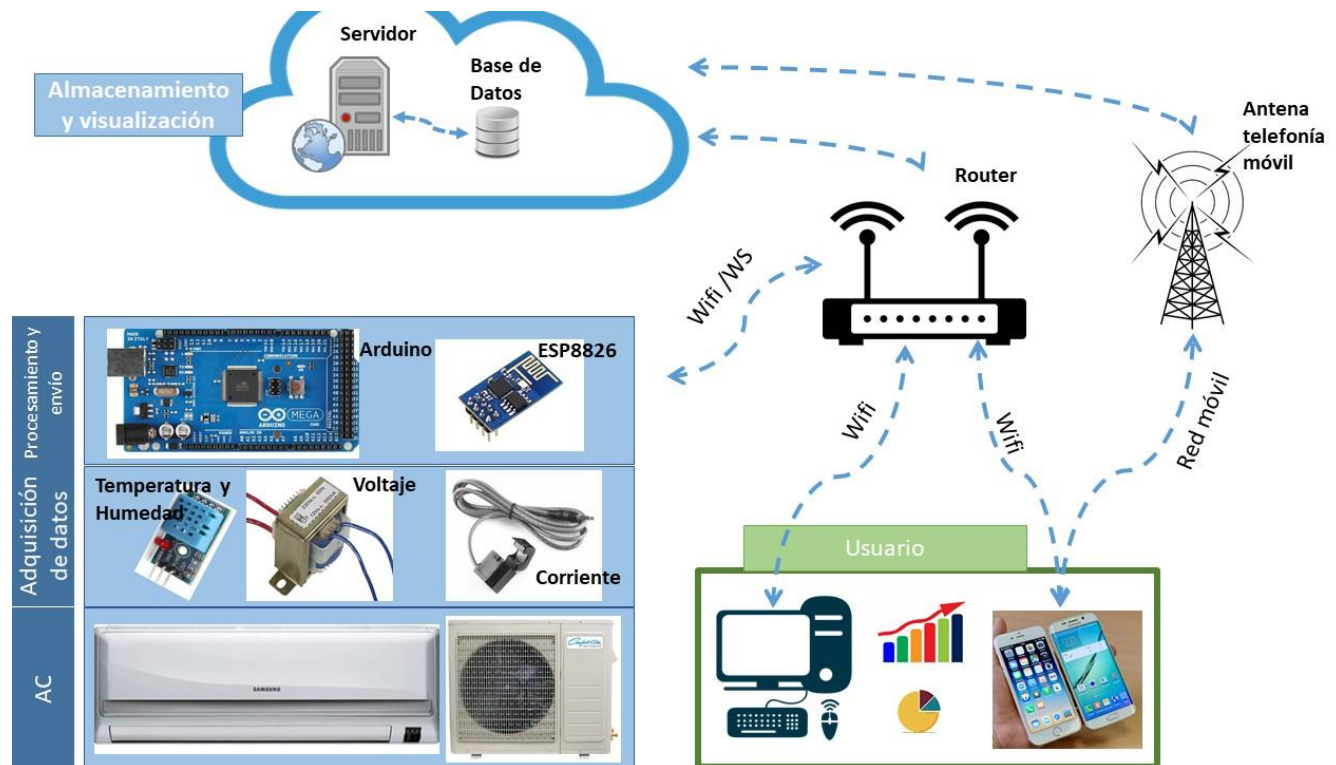


Figura 18. Diagrama de arquitectura y componentes de red del sistema. Por A. Marriaga, 2017

Los Web Services permiten la convergencia de las arquitecturas orientadas a servicios y la Web. A su vez permiten la integración y una reutilización de los servicios promoviendo la comunicación universal mediante el uso de protocolos independientes de la plataforma, de los proveedores y del lenguaje. Además, forman plataformas con interoperabilidad y escalabilidad (Berkers et al., 2013; Bernal, Caballero, Sánchez, & Paez-Logreira, 2016). A continuación, en la figura 19 se describe la arquitectura con base a IoT del sistema usando web services.

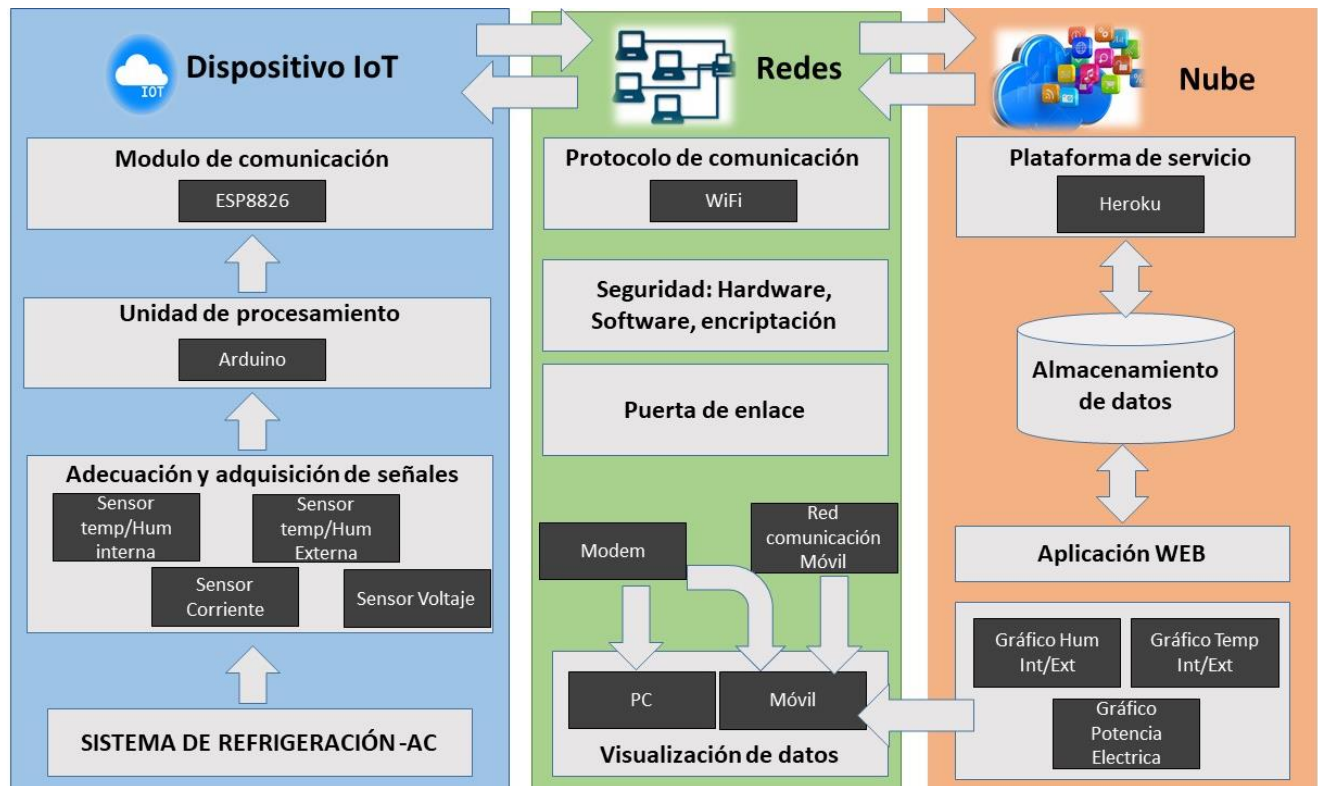


Figura 19. Diagrama de arquitectura basado en IoT del sistema. Por A. Marriaga, 2017

8.2.2 Adquisición y adecuación de señales

Airduino está basado en un microcontrolador Atmega como procesador central de la plataforma el cual junto a la etapa de adquisición y adecuación de señales conforman la arquitectura de hardware del sistema. Para cumplir con los requerimientos de mediciones de la plataforma se diseñaron los siguientes circuitos:

- Circuito para medir voltaje
- Circuito para medir corriente
- Circuito para medir temperatura

Para el circuito de voltaje se utilizó un transformador reductor de potencia, el cual se adaptó a un rectificador de onda completa (para facilitar el ajuste del offset) y un divisor de tensión para adecuar la señal a la entrada de la placa Arduino. En la figura 20 el transformador se conecta en

paralelo con el sistema AC y reduce el voltaje para luego ser rectificado y regulado escala de 0V a 5V, que es el rango permitido por la entrada análogo/digital de la placa.

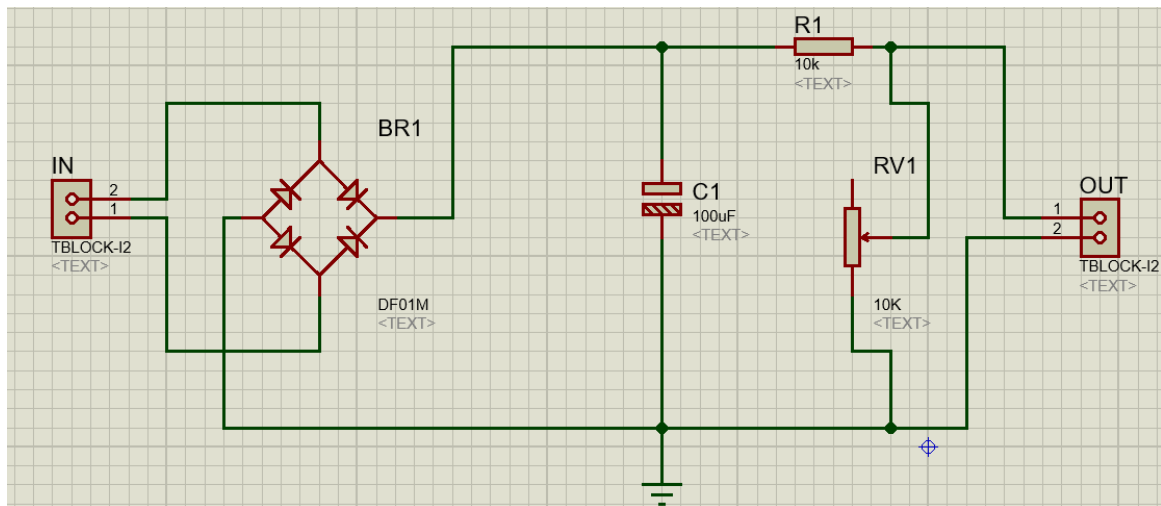


Figura 20. Diseño esquemático de circuito sensor de voltaje. Por A. Marriaga, 2017

El circuito de corriente consta de: el sensor de corriente ECS1030L72, de tipo no invasivo. Este sensor es un transformador de corriente, que tiene una relación de transformación de 1/2000. Para calcular la resistencia de Burden se realizó la siguiente relación teniendo en cuenta los valores del sensor

30Amp

$N_p: N_s$

1:2000

30Amp:15mA

$$30\text{Amp RMS} \rightarrow 30\text{Amp} \cdot \sqrt{2} = 42.4\text{Amp Real} \rightarrow \text{Sec} = 21.1\text{mA} \rightarrow \frac{2.5\text{ V}}{21.2\text{ mA}} = 118\Omega \sim 100\Omega$$

Además de la resistencia de Burden, se necesitó una etapa de acoplamiento, debido a que la señal de salida del sensor se encuentra en el orden de los miliamperios y alterna. Por tanto, se debió amplificar y dar un valor de Offset, para ajustarla al convertidor analógico digital del Arduino. Ver figura 21

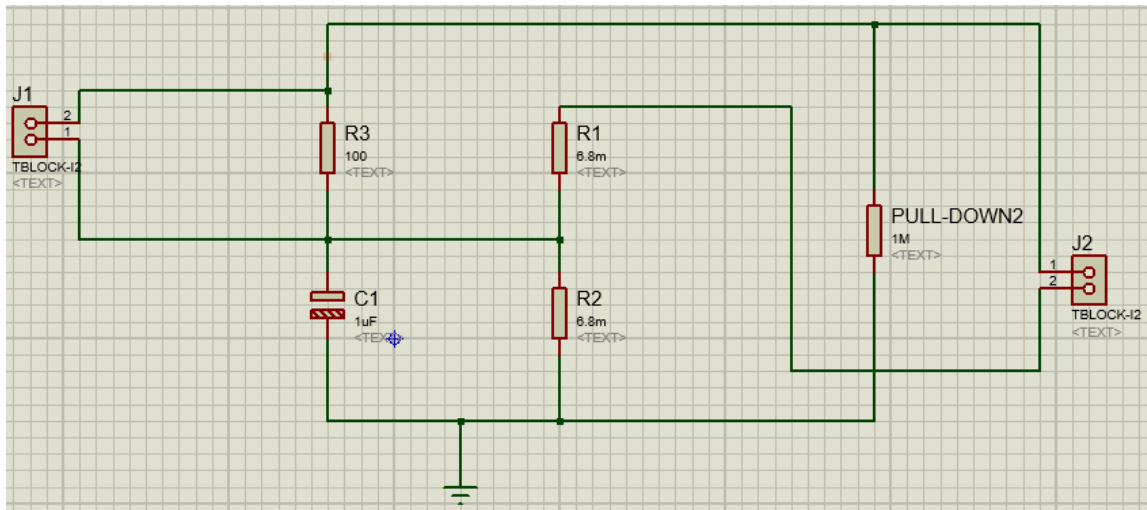


Figura 21. Diseño esquemático de circuito sensor de corriente – Inicial. Por A. Marriaga, 2017

Al realizar pruebas de funcionamiento del sensor de corriente, se evidencio que el módulo de Wifi al inicializarse generaba un ruido que era notable y afectaba directamente el valor de la corriente, para despreciar este ruido se disminuyó la relación teniendo en cuenta que los sistemas de AC que serán monitoreados no superan un consumo de 5Amp.

$$30\text{Amp}:15\text{mA} \rightarrow 100 \, \Omega$$

$$5\text{Amp}: 2.5\text{mA} \rightarrow 600 \, \Omega$$

Además del cambio de la resistencia de Burder, se remplazó una resistencia de acople ($6.8\text{M}\Omega$) por un potenciómetro de presión de $10\text{K}\Omega$ para ajustar la señal y despreciar totalmente el ruido generado por el módulo y agentes externos. Por tanto, el circuito final se observa a continuación:

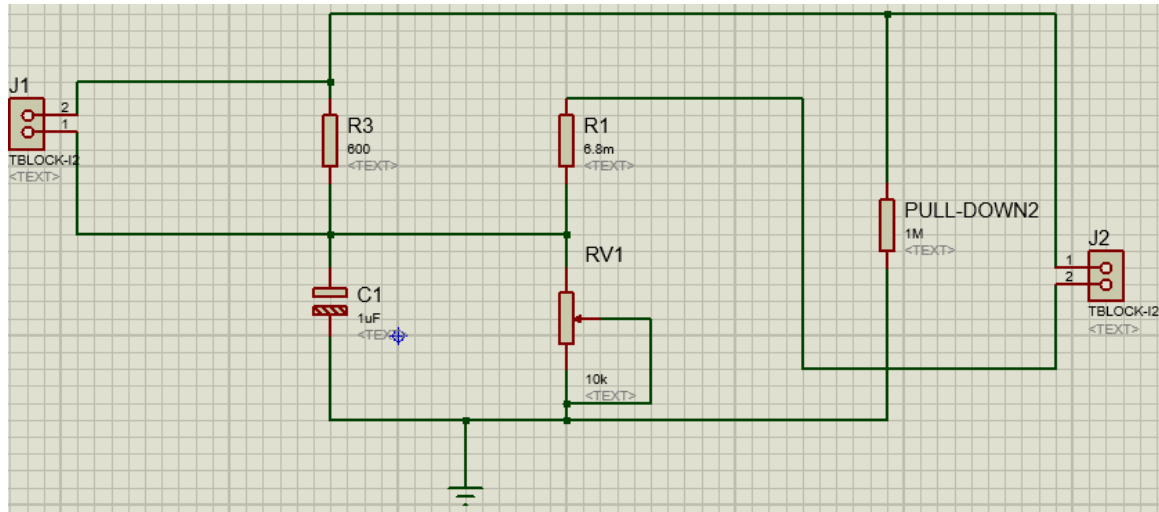


Figura 22. Diseño esquemático de circuito sensor de corriente – Final. Por A. Marriaga, 2017

Para medir temperatura y humedad se utilizó un encapsulado del sensor DTH11 el cual consiste en una placa soldada con tres pines que incluye la resistencia de pull- up (entre 4,7-10 $k\Omega$). Además, incluye un capacitor de 10nF que actúa como filtro. La conexión de este sensor se puede observar en la figura 23.

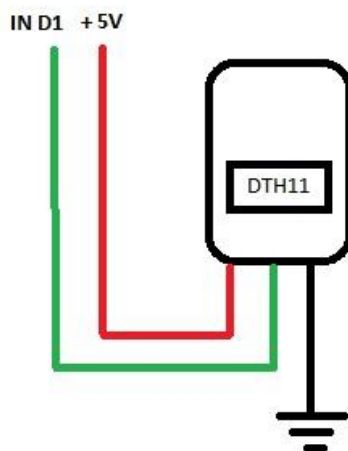


Figura 23. Circuito de conexión para sensor de temperatura y humedad. Por A. Marriaga, 2017

Se realizó la conexión entre todos los circuitos de cada sensor y se agregó entradas para el módulo de Wifi, dando así un circuito final para impresión en PCB de una shield con las dimensiones para ser usada en Arduino.

8.2.3 Arquitectura de software

La arquitectura de software consta de 2 aplicaciones fundamentales:

- Software para almacenamiento y visualización de datos
- Software de adquisición y envío de datos de “Airduino” indispensable para el procesamiento y monitoreo de datos



Figura 24. Softwares principales en Airduino. Por A. Marriaga, 2017

Para el diseño del software en la nube se realizó el diagrama de caso de uso, el diagrama de análisis de robustez para Airduino hardware y Airduino software. En el diagrama de caso de uso se plantearon las acciones que se deben realizar para el funcionamiento del sistema: para Airduino hardware se capturan los datos del sistema AC y se envían estos datos, en el software se deben recibir y almacenar estos datos (Zapata-Jaramillo, Sanchez-Dams, & Paez-Logreira, 2012).

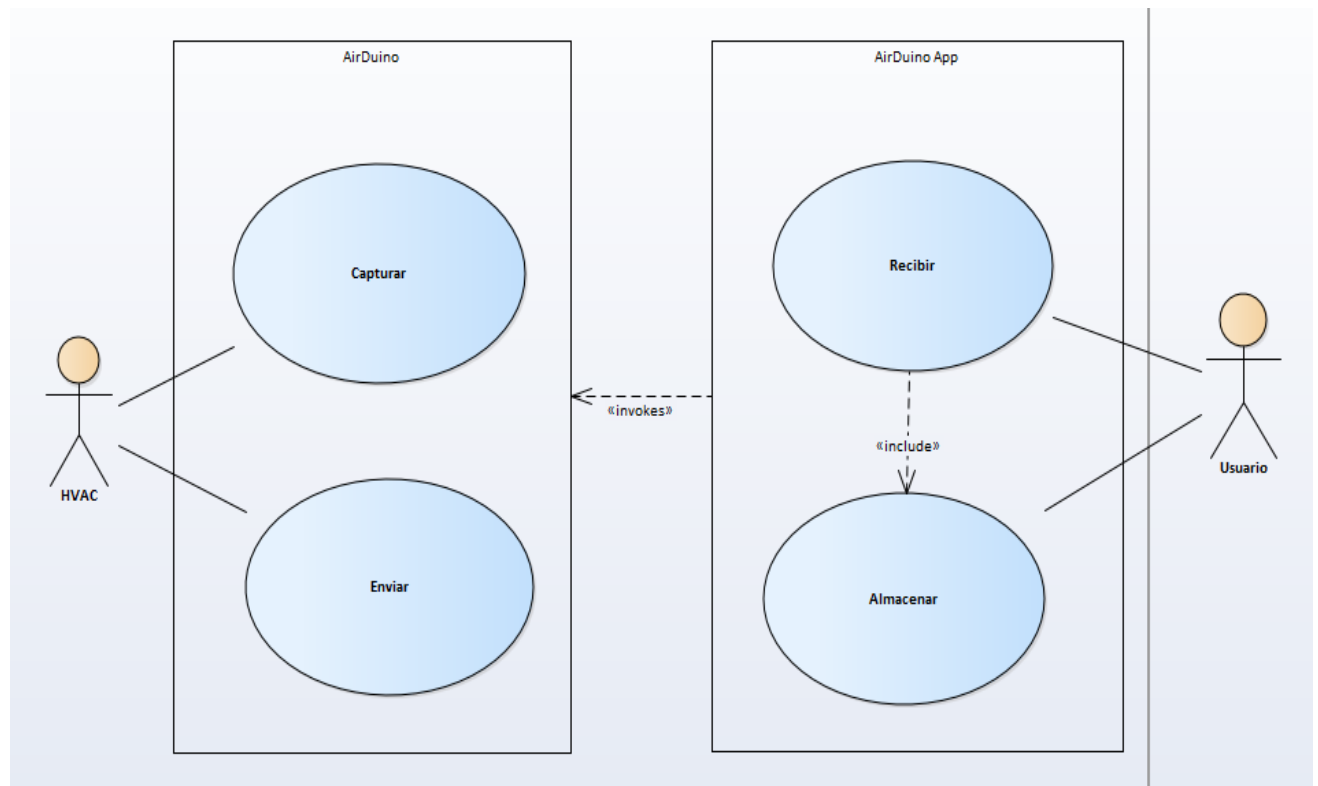


Figura 25. Diagrama de casos del sistema. Por A. Marriaga, 2017

En el diagrama de análisis de robustez para la captura de los datos, se observan cada uno de los sensores que hacen la lectura de los datos necesarios, la placa Arduino captura estos valores y los procesa para crear una URL de acceso que contenga estos datos que servirá como respuesta al momento de la consulta por parte del servidor (con anterioridad se debe realizar una conexión entre el servidor y el Arduino). Cuando la placa Arduino no captura los datos se genera un log de error, se genera también un log si se presenta falla en la conexión con el servidor.

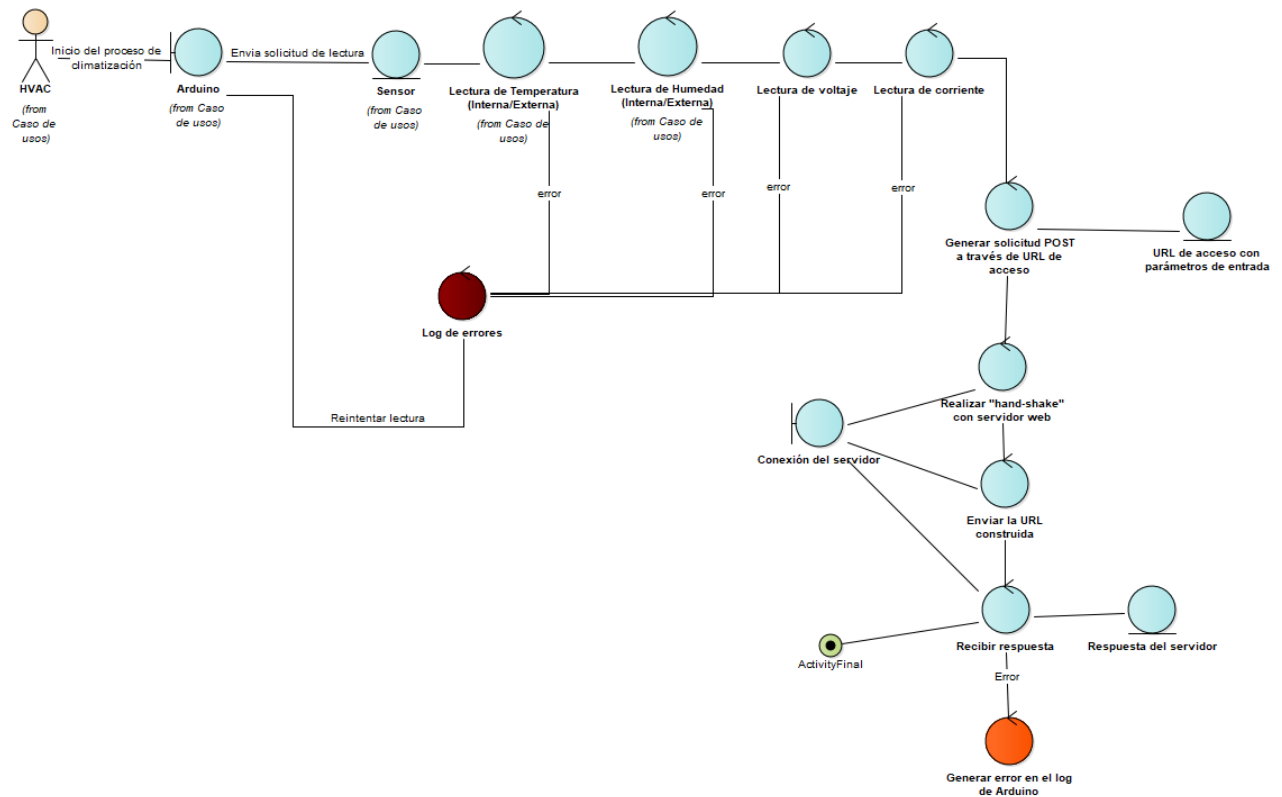


Figura 26. Diagrama de robustez para captura de datos. Por A. Marriaga, 2017

En el diagrama de análisis de robustez para la recepción de los datos, la aplicación web realizará la solicitud de datos al Arduino para almacenar la información deseada en su base de datos, esta solicitud obtiene una respuesta por parte de Arduino con una URL que contiene los datos de cada sensor, estos valores serán leídos y enlistados para que la aplicación web los almacene haciendo uso de un query en la base de datos con la información obtenida. En caso de que la base de datos no esté disponible se generará un log de error para notificación de la novedad.

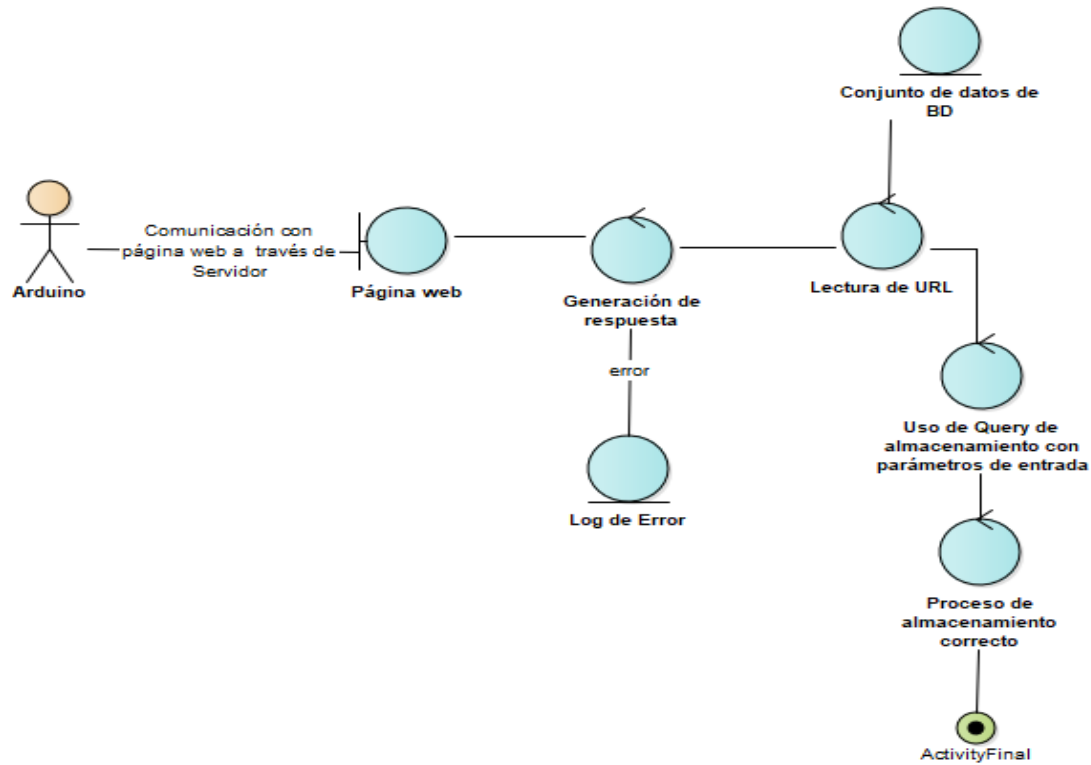


Figura 27. Diagrama de robustez para recepción de datos. Por A. Marriaga, 2017

8.3 Resultado Fase 3: Implementación de la arquitectura planteada

8.3.1 Diagrama de flujo del sistema de monitoreo

De manera general el sistema de monitoreo funciona con la lógica que se presenta en la figura 28.

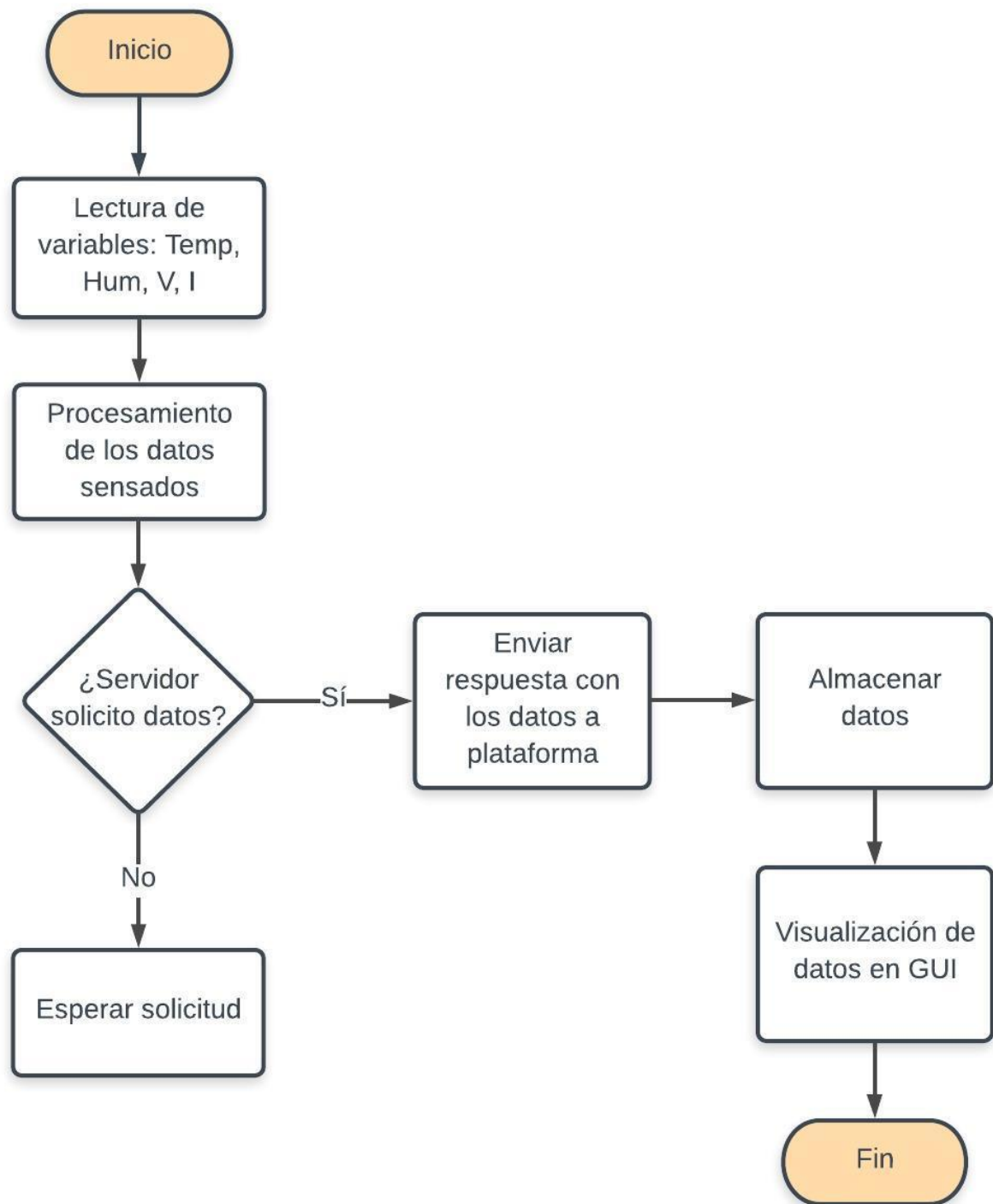


Figura 28. Diagrama de flujo de funcionamiento general del sistema. Por A. Marriaga, 2017

Inicia la lectura de las variables: temperatura interna y externa, humedad interna y externa, voltaje y corriente del sistema de AC. Estos datos son procesados según la necesidad para cada

variable por parte del Arduino, que a su vez realiza el proceso de conexión a la red con las credenciales insertadas. El Arduino verifica las solicitudes y responde los datos solicitados que son almacenados y enviados a la interfaz para su visualización.

8.3.2 Programación para adquisición y envío de datos en Arduino

El software fue desarrollado en la plataforma de servicio en la nube Heroku con el lenguaje PHP y el gestor de base de datos libre PostgreSQL. A continuación, se observan imágenes de los códigos utilizados.

El index desarrollado en lenguaje HTML

```
{% block content %}
<div class="jumbotron text-center">
  <div class="container">
    <h1>AirDuino</h1>
    <p>AirDuino es una aplicación para monitorear las variables de interés de un sistema de refrigeración o aire acondicionado.</p>
  </div>
</div>
<div class="container">
  <div class="row">
    <div class="col-md-6">
      <h3>Temperatura Externa e Interna</h3>

      <p>
        Aquí se visualizará los últimos valores de la temperatura externa e interna en el tiempo.
      </p>

      <div id="temperatures_chart"></div>

      <h3>Voltaje</h3>

      <p>
        Comportamiento del suministro de voltaje en el equipo.
      </p>

      <div id="voltage_chart"></div>

      <h3>Corriente</h3>

      <p>
        Comportamiento de la corriente consumida por el equipo.
      </p>
    </div>
  </div>
</div>
```

Figura 29. Index de página web. Por A. Marriaga, 2018

Para el procesamiento y almacenamiento de los datos recibidos del Arduino se utiliza PHP

```

137 var consumption_graph = Morris.Bar({
138   element: 'consumption_chart',
139   data: [],
140   xkey: 'time',
141   xLabels: 'Hora',
142   ykeys: ['watts'],
143   labels: ['Consumo (Kw)']
144 });
145
146
147 var element = {}, temps = [], hums = [], voltage = [], current = [], power=0, consumptions=[];
148 var obj;
149
150 function newDataGraph() {
151   $.getJSON("/getRequestAirData/1", function(result){
152     obj = $.parseJSON(JSON.stringify(result));
153     $.each(obj, function( iData, contentData ) {
154       element.time = contentData.date;
155       element.Tinterna = contentData.temp_int;
156       element.Texterna = contentData.temp_ext;
157       temps.push({ time: contentData.date, Tinterna: contentData.temp_int, Texterna: contentData.temp_ext});
158       hums.push({ time: contentData.date, Hinterna: contentData.hum_int, Hexterna: contentData.hum_ext});
159       voltage.push({ time: contentData.date, voltage: contentData.voltage});
160       current.push({ time: contentData.date, current: contentData.current});
161     });
162     temps_graph.setData(temps);
163     hums_graph.setData(hums);
164     voltage_graph.setData(voltage);
165     amp_graph.setData(current);
166   });
167 }
168
169 function newConsumptionDataGraph() {

```

Figura 30. Captura y almacenamiento de datos. Por A. Marriaga, 2018

Para la publicación de la potencia consumida se realiza un cálculo cada hora con base a los valores recibidos de corriente y voltaje para ese mismo periodo de tiempo.

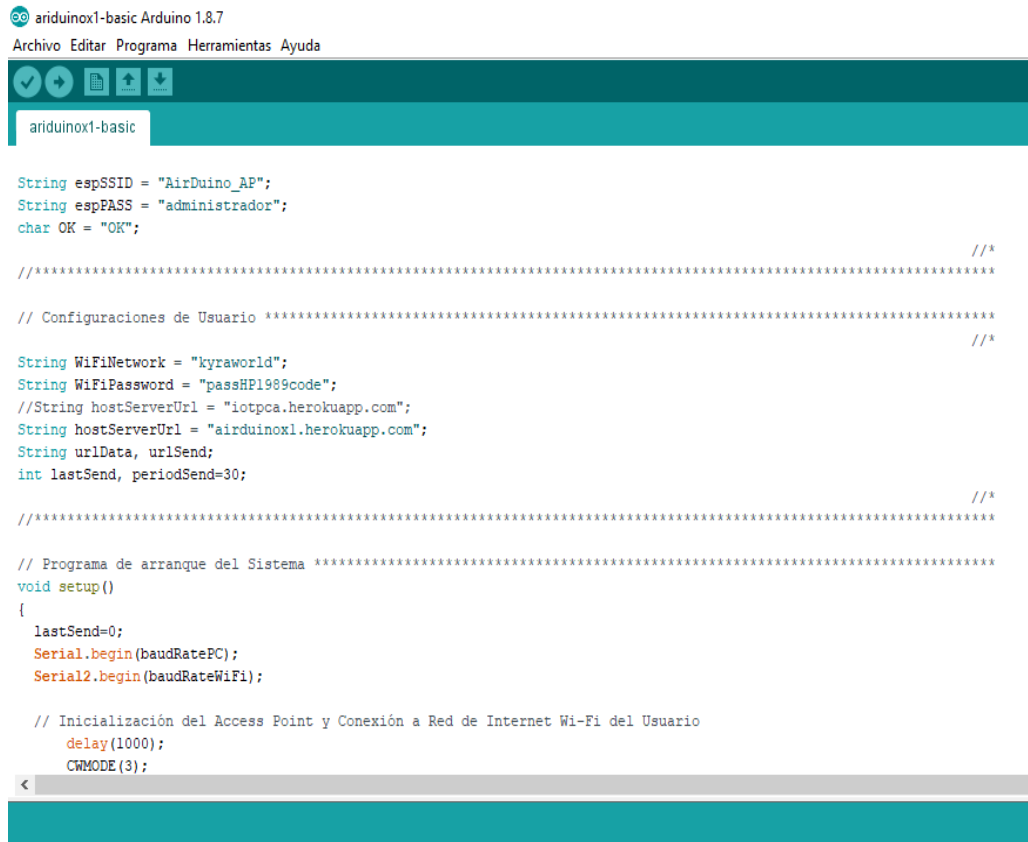
```

1 <?php
2 date_default_timezone_set('America/Bogota');
3
4 $dbconn = pg_connect("host=ec2-54-227-240-164.compute-1.amazonaws.com port=5432 dbname=dcih5dumii01nc user=rrshastczyoqvd password=luSi_
5
6 $finalHour = date('Y-m-d H:00:00');
7 $startHour = date('Y-m-d H:00:00',strtotime ( '-1 hour' , strtotime ( date('Y-m-d H:00:00', time()) ) ));
8
9 $consult_db = pg_query($dbconn, "SELECT voltage, current FROM airduino WHERE date >= timestamp '". $startHour ." AND date <= timestamp
10
11 $resultado = pg_fetch_all($consult_db);
12
13 // $jsonResult = json_encode($resultado, JSON_PRETTY_PRINT | JSON_FORCE_OBJECT);
14
15 $totalVoltage=0;
16 $totalCurrent=0;
17 $iElement=0;
18
19 foreach ($resultado as $sample) {
20   $totalVoltage = $totalVoltage + $sample[voltage];
21   $totalCurrent = $totalCurrent + $sample[current];
22   $iElement=$iElement+1;
23 }
24
25 $averageVoltage = $totalVoltage / $iElement;
26 $averageCurrent = $totalCurrent / $iElement;
27 $consumption = $averageCurrent * $averageVoltage;
28
29 $valores = array(
30   "date" => $startHour,

```

Figura 31. Calculo horas watts. Por A. Marriaga, 2018

Para la adquisición, lectura y envío de datos utilizamos el lenguaje de Arduino basado en C



```

airduino1-basic Arduino 1.8.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

String espSSID = "AirDuino_AP";
String espPASS = "administrador";
char OK = "OK";

//*****

// Configuraciones de Usuario *****

String WiFiNetwork = "kyraworld";
String WiFiPassword = "passHF1989code";
//String hostServerUrl = "iotpca.herokuapp.com";
String hostServerUrl = "airduino1.herokuapp.com";
String urlData, urlSend;
int lastSend, periodSend=30;

//*****

// Programa de arranque del Sistema *****
void setup()
{
  lastSend=0;
  Serial.begin(baudRatePC);
  Serial2.begin(baudRateWiFi);

  // Inicialización del Access Point y Conexión a Red de Internet Wi-Fi del Usuario
  delay(1000);
  CWMODE(3);
  
```

Figura 32. Conexión con servidor. Por A. Marriaga, 2018

8.3.3 Implementación de la base de datos

Heroku cuenta con el sistema de administración de base de datos PostgreSQL el cual se utilizó para implementar la tabla de almacenamiento de los datos solicitados al dispositivo.

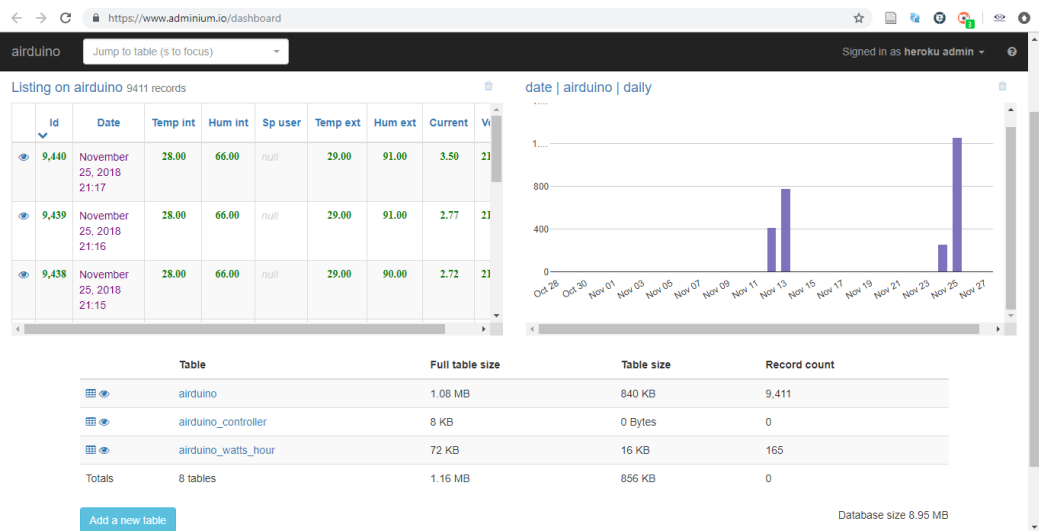


Figura 33. Interfaz de gestor para base de datos. Por A. Marriaga, 2018

A continuación, se relaciona cada dato contenido en la tabla Airduino y su descripción.

Tabla 7.

Descripción de tipos de datos en tabla Airduino

Nombre	Tipo de dato	Descripción
ID	Integer	Identificador secuencial asignado por el sistema
Date	Timestamp without time zone	Contiene el dato de fecha y hora en el formato MM/DD/A – 24hs
Temp int	Numeric	Contiene el dato de temperatura interna
Hum int	Numeric	Contiene el dato de humedad interna
SP user	Integer	Contiene el dato del set point ingresado por el usuario. Se procedió a crear la columna para desarrollo a futuro de esta opción
Temp ext	Numeric	Contiene el dato de temperatura externa
Hum ext	Numeric	Contiene el dato de humedad externa
Current	Numeric	Contiene el valor de la corriente consumida por el equipo
Voltage	Numeric	Contiene el valor del voltaje del equipo

Nota: Tipos de datos que se almacenan en la tabla Airduino por A. Marriaga, 2018

	Id	Date	Temp int	Hum int	Sp user	Temp ext	Hum ext	Current	Voltage
	152	September 16, 2018 16:15	27.00	42.00	null	30.00	16.00	4.19	202.60
	151	September 16, 2018 16:14	27.00	42.00	null	30.00	16.00	4.41	208.40
	150	September 16, 2018 16:13	24.00	45.00	null	30.00	27.00	4.08	201.02
	149	September 16, 2018 16:12	24.00	41.00	null	30.00	16.00	4.45	207.98
	148	September 16, 2018 16:11	24.00	41.00	null	30.00	16.00	4.16	212.73
	147	September 16, 2018 16:10	24.00	41.00	null	30.00	16.00	4.40	212.56
	146	September 16, 2018 16:09	24.00	41.00	null	30.00	16.00	4.53	211.69
	145	September 16, 2018 16:08	24.00	45.00	null	30.00	26.00	4.28	210.78
	144	September 16, 2018 16:07	24.00	44.00	null	30.00	24.00	4.42	211.33
	143	September 16, 2018 16:06	24.00	41.00	null	30.00	16.00	4.29	211.73
	142	September 16, 2018 16:05	24.00	46.00	null	30.00	27.00	4.48	210.48
	141	September 16, 2018 16:04	24.00	41.00	null	30.00	16.00	4.23	207.30

Figura 34. Tabla Airduino de base de datos PostgreSQL. Por A. Marriaga, 2018

Para almacenar el valor del consumo de energía cada hora con base a los datos de corriente y voltaje obtenidos en ese transcurso de tiempo se creó una tabla `Airduino_watts_hour` que se describe a continuación

Tabla 8.

Descripción de tipos de datos en tabla Airduino watts hour

Nombre	Tipo de dato	Descripción
ID	Integer	Identificador secuencial asignado por el sistema
Date	Timestamp without time zone	Contiene el dato de fecha y hora en el formato MM/DD/A – 24hs
Watts	Numeric	Dato calculado del consumo durante 1 hora

Nota: Tipos de datos que se almacenan en la tabla de watts hour por A. Marriaga, 2018

	Id	Date	Watts
	198	November 25, 2018 21:00	571.91
	197	November 25, 2018 20:00	573.55
	196	November 25, 2018 19:00	677.26
	195	November 25, 2018 18:00	787.88
	194	November 25, 2018 17:00	632.30
	193	November 25, 2018 16:00	914.08
	192	November 25, 2018 15:00	1,174.40
	191	November 25, 2018 14:00	1,209.94
	190	November 25, 2018 13:00	1,317.64
	189	November 25, 2018 12:00	834.74
	188	November 25, 2018 11:00	641.03
	187	November 25, 2018 10:00	658.03

Figura 35. Tabla Arduino watts hour de base de datos PostgreSQL. Por A. Marriaga, 2018

8.3.4 Instalación del sistema

Se instaló el prototipo en vivienda familiar donde se monitorea sistema de AC inverter Confortfresh de 220v. El Arduino se ubicó cerca de la unidad exterior del AC y se realizó tendido del sensor de Temp/Hum hasta la unidad interna del aire para realizar comparación de valores externos e internos, se realizó configuración de Arduino con la red wifi domestica validando su funcionamiento y se dejó reportando.

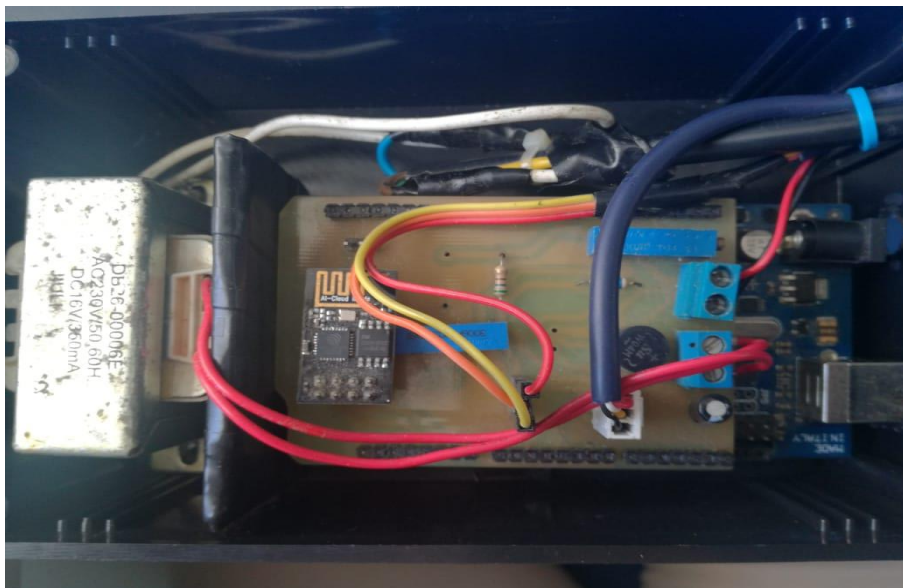


Figura 36. Dispositivo para pruebas finales. Por A. Marriaga, 2018



Figura 37. Aire acondicionado inverter confortfresh con instalación de prototipo. Por A. Marriaga, 2018

El prototipo consta de un sistema que contiene el Arduino Mega, la shield desarrollada para el proyecto, el transformador de voltaje, cableado extensor para realizar las conexiones del sensor de corriente y los sensores de temp/hum interna y externa. Se realizó la instalación del sensor de temp/hum en la parte externa de la casa y el otro sensor en la habitación

El sensor de corriente se instaló alrededor del cable de poder del aire acondicionado

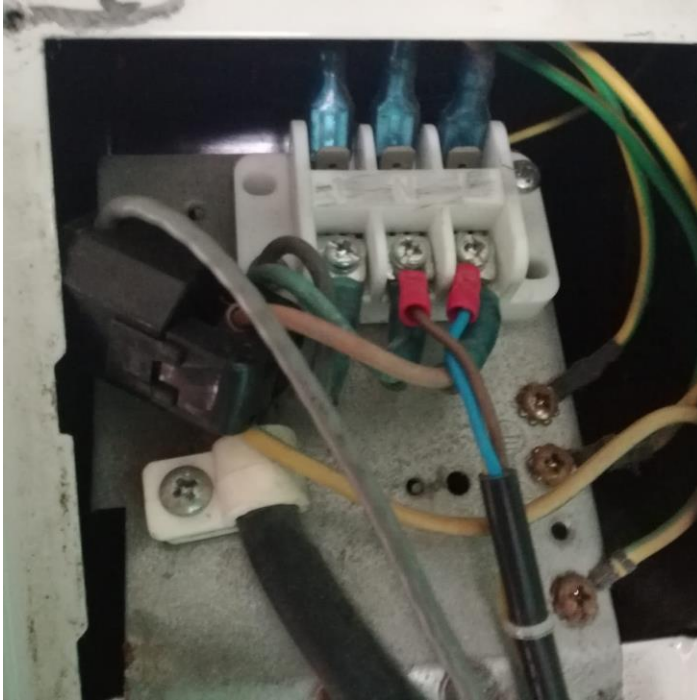


Figura 38. Instalación sensor de corriente. Por A. Marriaga, 2018

El sensor de voltaje se instaló en paralelo a la conexión de voltaje que alimenta el sistema de AC.

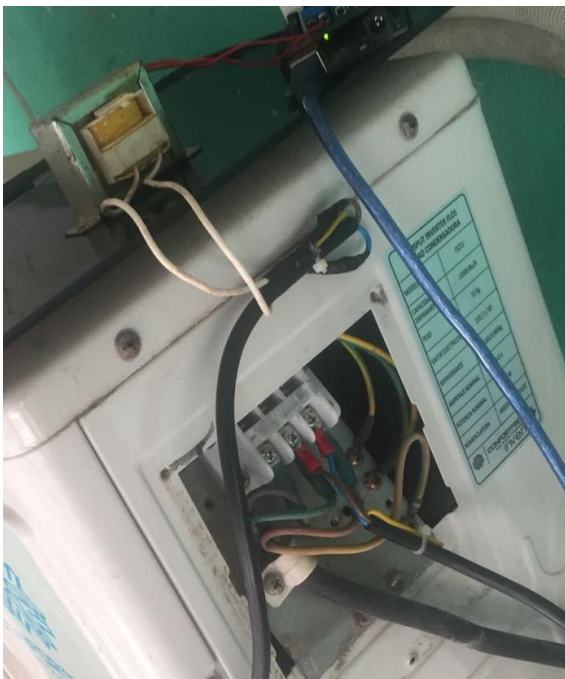


Figura 39. Conexión del sensor de voltaje. Por A. Marriaga, 2018



Figura 40. Ubicación sensor temperatura y humedad externa. Por A. Marriaga, 2018



Figura 41. Ubicación sensor temperatura y humedad interna. Por A. Marriaga, 2018

8.3.5 Descripción de la interfaz de usuario

El link de ingreso para la visualización de datos es: <https://airduino.herokuapp.com/>

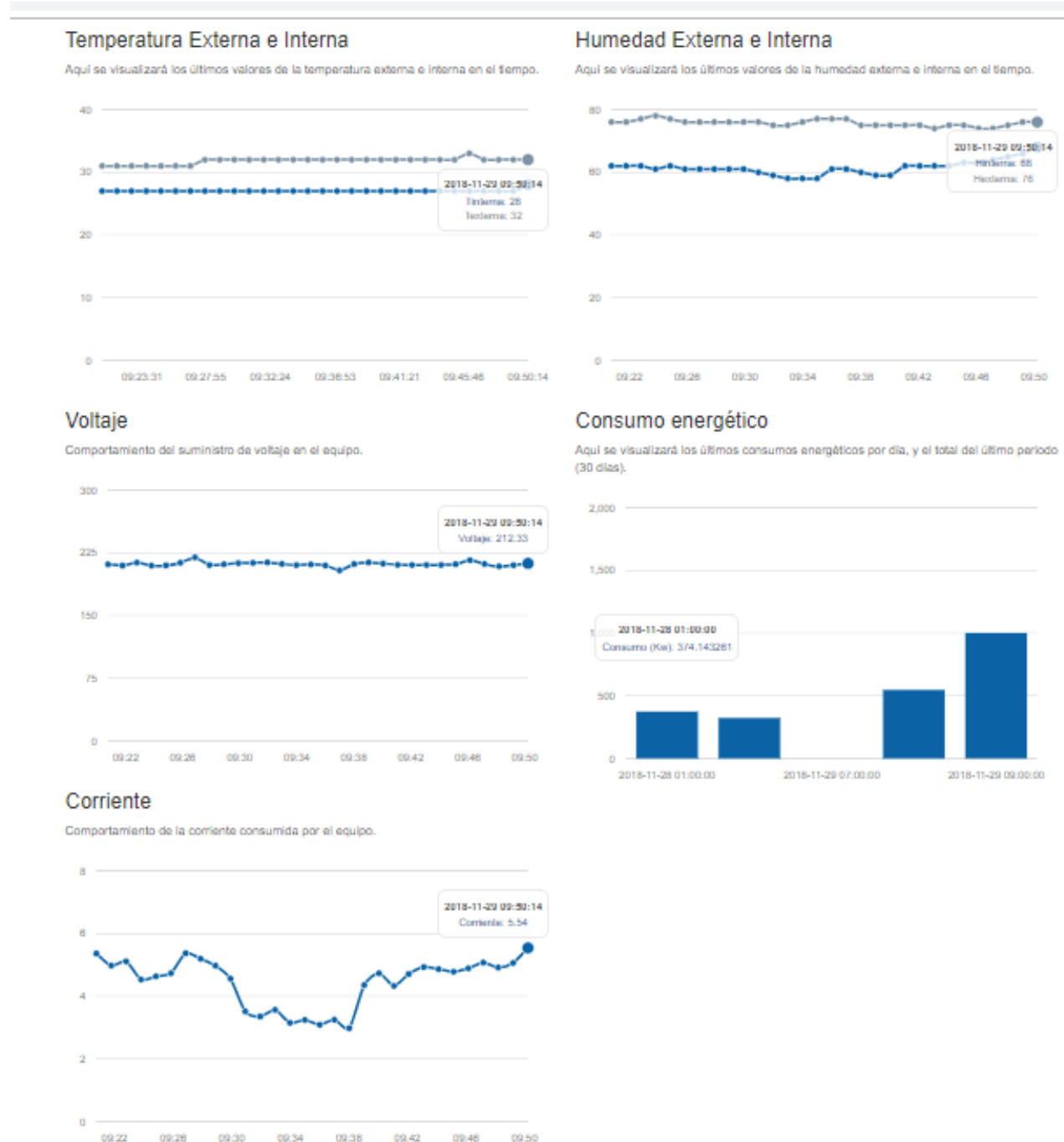


Figura 42. Interfaz gráfica de Arduino. Por A. Marriaga, 2018

Inicialmente la página cuenta con la presentación y breve descripción de lo que realiza Arduino.

Luego se encuentran 5 graficas las cuales corresponden a los valores de temperatura, humedad, corriente, voltaje y consumo.

Grafica temperatura externa e interna: Corresponde a los valores de temperatura externa (color gris) y temperatura interna (color azul), la gráfica indica el valor de la temperatura en un punto de tiempo específico, en el eje Y se observan los rangos de valores de temperatura y en el eje X se observa la hora en que se generó el dato. Si se posa el cursor sobre alguno de los puntos nos indicara fecha, hora y valor del dato de temperatura interna y externa.

Temperatura Externa e Interna

Aquí se visualizará los últimos valores de la temperatura externa e interna en el tiempo.

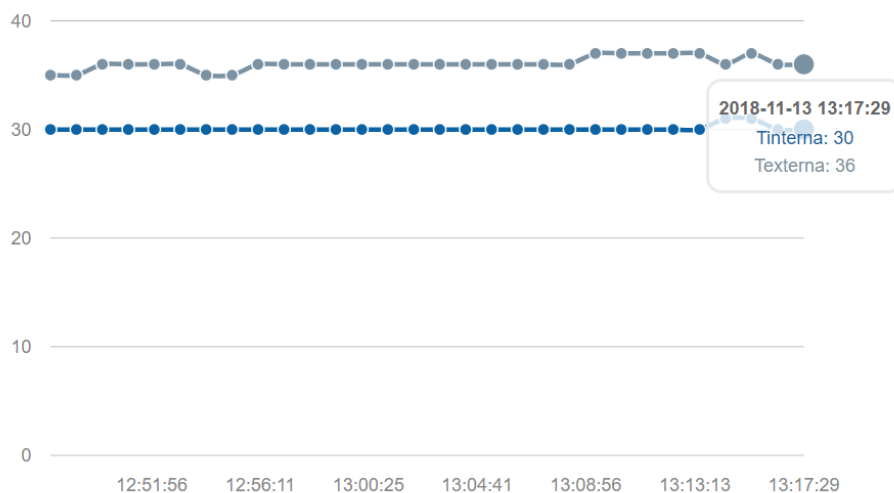


Figura 43. Grafica para temperatura interna y externa en la web. Por A. Marriaga, 2018

Grafica humedad externa e interna: Conformada de la misma manera que la gráfica anterior, esta contiene los valores de humedad externa e interna en un tiempo específico

Humedad Externa e Interna

Aquí se visualizará los últimos valores de la humedad externa e interna en el tiempo.

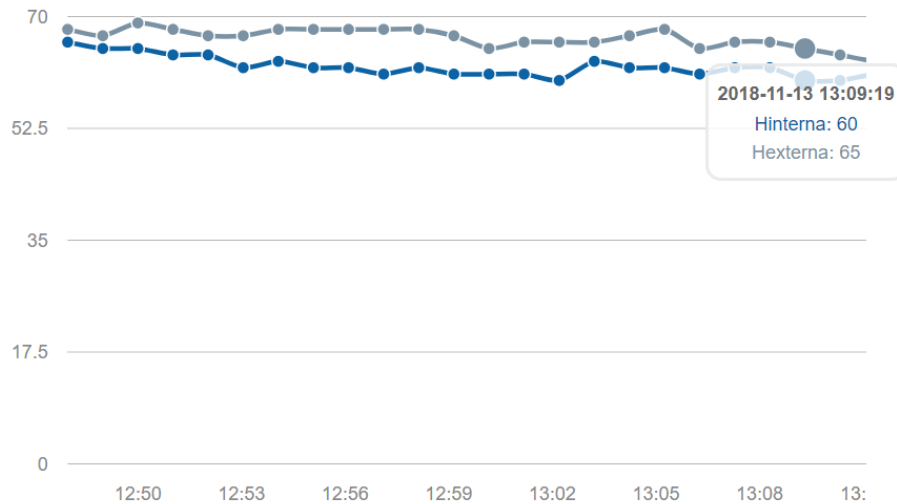


Figura 44. Grafica para humedad interna y externa en la web con detalle. Por A. Marriaga, 2018

Grafica voltaje: Corresponde al comportamiento del voltaje del equipo. El eje Y contiene los valores en voltios y el eje X la hora en que se generó el dato.

Voltaje

Comportamiento del suministro de voltaje en el equipo.

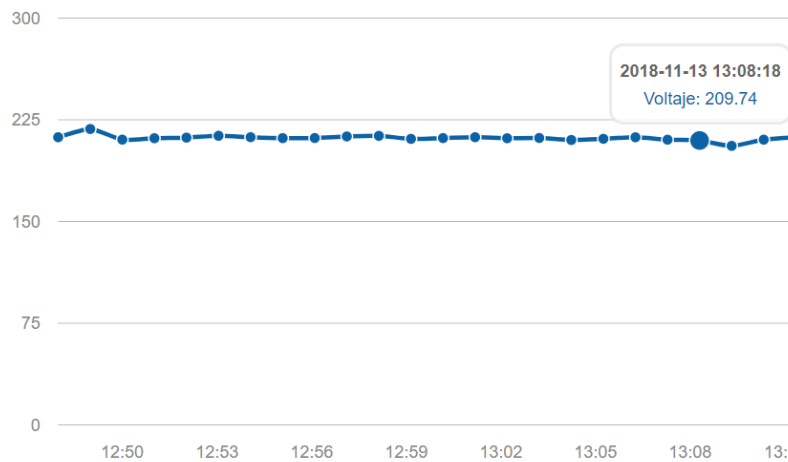


Figura 45. Grafica voltaje en la web con detalle. Por A. Marriaga, 2018

Grafica corriente: Corresponde al comportamiento de la corriente del equipo. El eje Y contiene los valores en amperios y el eje X la hora en que se generó el dato.

Corriente

Comportamiento de la corriente consumida por el equipo.

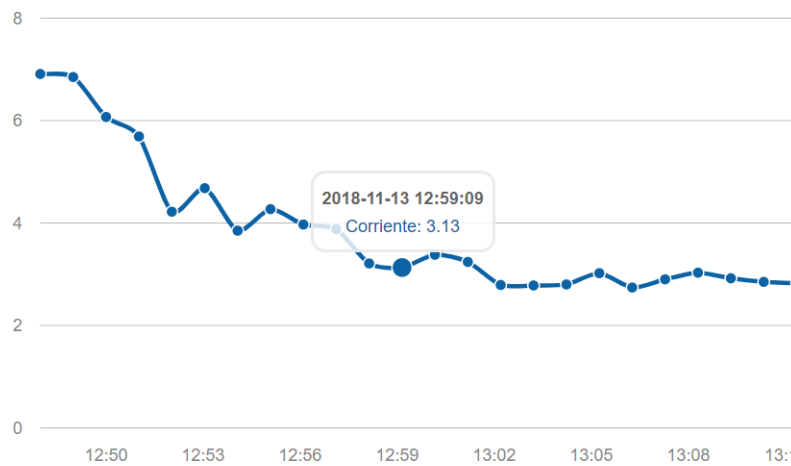


Figura 46. Grafica corriente en la web con detalle. Por A. Marriaga, 2018

Grafica consumo energético: Se visualizan los valores en KWatios generados por el equipo. El eje Y contiene el dato de KWatios y el eje X indica la fecha del dato. Este dato se calcula automáticamente cada hora y se imprimen a visualización las últimas 5 horas del día

Consumo energético

Aquí se visualizará los últimos consumos energéticos por día, y el total del último periodo (30 días).

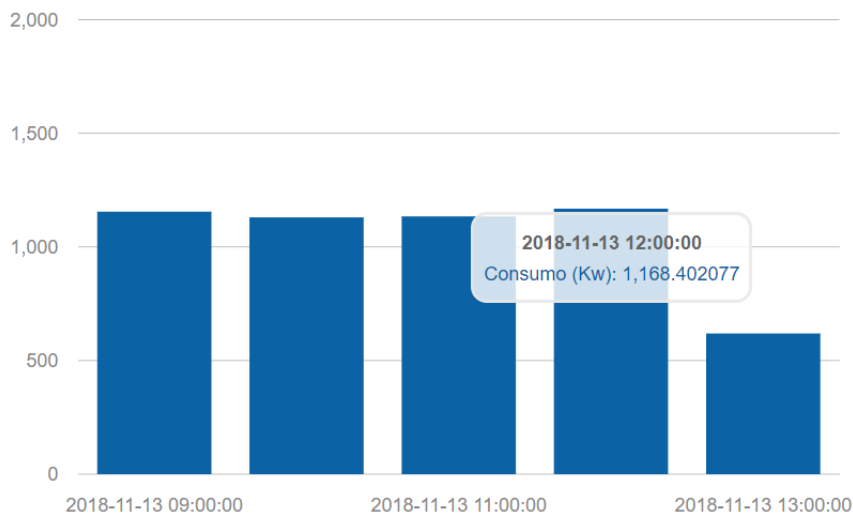


Figura 47. Consumo energético calculado por hora. Por A. Marriaga, 2018

Por último, se realiza una breve descripción de los investigadores que participaron en el desarrollo del proyecto general.

8.4 Resultado Fase 4: Validación y pruebas de funcionamiento del sistema

En la implementación del prototipo final se llevó a cabo con un sistema de AC tipo mini Split de uso doméstico donde se lograron obtener más de 18000 registros con tiempos de consulta del servidor cada 1 minuto se tomaron datos de todas las variables. Se hicieron comparaciones por día para verificar la veracidad de los datos, se anexan los datos para los primeros 1000 registros (ver anexo C). A continuación, se relacionan las gráficas generadas durante algunos periodos

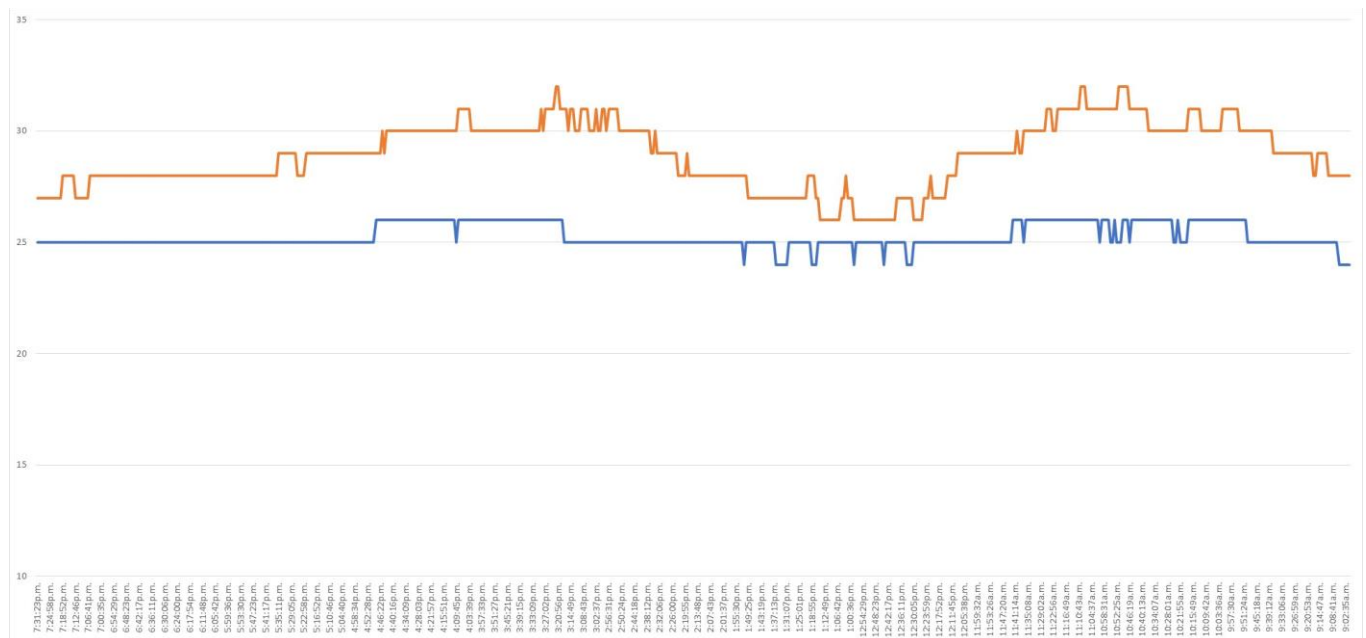


Figura 48. Grafica registros de Temp Int Vs Tem Ext. Por A. Marriaga, 2018

En la imagen se observa los valores de temperatura interna (color azul) y temperatura externa (color naranja) sensadas con el aire encendido entre las 9:00 Am – 7:00 Pm

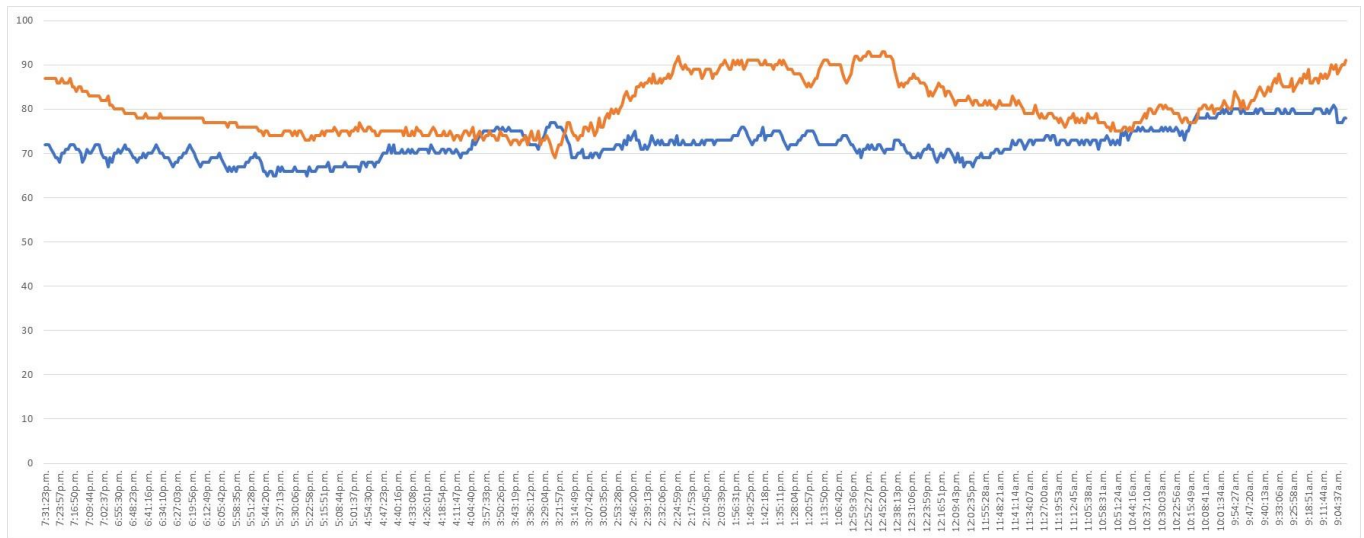


Figura 49. Grafica registros de Hum Int Vs Hum Ext. Por A. Marriaga, 2018

En la imagen se observa los valores de humedad interna (color azul) y humedad externa (color naranja) sensadas con el aire encendido entre las 9:00 Am – 7:00 Pm

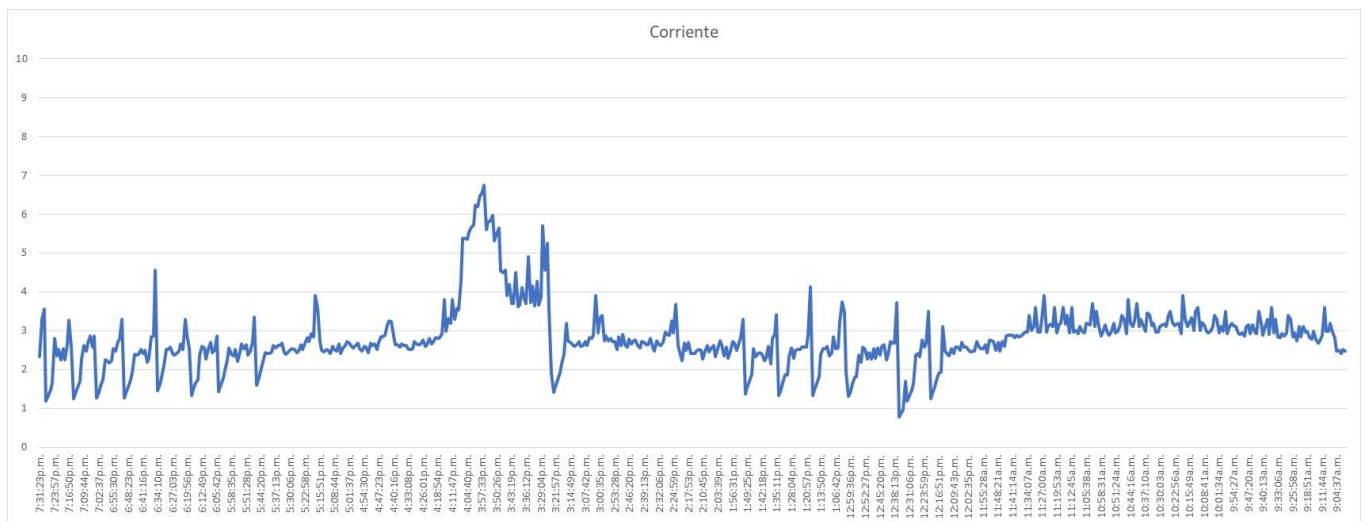


Figura 50. Grafica registros de corriente. Por A. Marriaga, 2018

En la imagen se observa la corriente consumida en el mismo lapso, evidenciándose los cambios de corriente que genera con respecto a la temperatura externa.

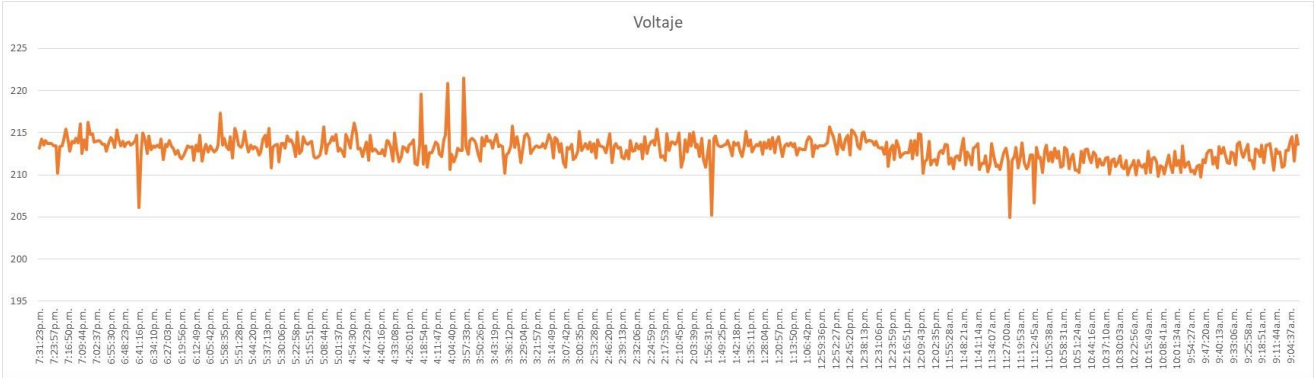


Figura 51. Grafica registro de voltaje. Por A. Marriaga, 2018

9. Conclusiones

Los sistemas de refrigeración AC representan un alto consumo de energía eléctrica, con una alta demanda en hogares y oficinas. Este tipo de sistemas permiten regular las temperaturas permitiendo alcanzar un confort térmico para el usuario, lo que los convierte en sistemas de gran uso en las regiones costeras por sus condiciones climáticas.

Ya existen sistemas que permiten el monitoreo de variables que infieren en los sistemas AC, sin embargo, estos sistemas actuales son más asequibles para grandes usuarios que cuenta con poder adquisitivo, por otra parte, las pymes y personas del común difícilmente pueden adquirir estos sistemas de monitoreo.

En la revisión bibliográfica se evidencia que hay avances con respecto al uso de tecnología web services sobre microcontroladores pero que aún falta profundizar en su desarrollo y visualizar los beneficios de su uso para el internet de las cosas. El desarrollo del sistema de monitoreo orientado a IoT, resulta ser una solución que confirma la viabilidad del uso de WS para soluciones IoT teniendo interoperabilidad y fácil escalabilidad para agregar nuevos dispositivos.

Utilizando software y hardware de código abierto se pueden desarrollar sistemas para monitoreo de AC a bajo costo, sin tener que sacrificar confiabilidad y eficiencia.

Como contribuciones principales del proyecto realizado se obtuvieron:

- Se desarrolló un sistema de monitoreo para aires acondicionados basado en la aplicabilidad de web services sobre microcontroladores orientándolo a la interoperabilidad de los sistemas IoT
- Es un prototipo de fácil instalación y replicable para crear monitoreo individual por AC o una red de nodos de monitoreo para múltiples sistemas de AC

- Permite al usuario la visualización de variables de interés para determinar el correcto funcionamiento de su equipo de AC

Como trabajos a futuros se propone:

- Realizar consultas desde otro nodo Arduino con web services entre dispositivos y verificar tiempos de respuesta de la tecnología web services entre Arduino.
- Recolectar un número de datos suficientes de diferentes equipos de HVAC para aplicar técnicas de clustering (asociadas al aprendizaje) y clasificación (asociadas al diagnóstico de nuevos puntos de operación).
- Por medio de los datos almacenados de cada equipo, obtener el punto de operación del aire e informar al usuario cuando su sistema AC no esté funcionando correctamente.
- Generar nuevas funciones de acceso a la información, donde el usuario final pueda consultar los datos de días y meses pasado, ya que actualmente esta consulta se realiza por medio de la base de datos.
- Agregar un algoritmo de control con el objetivo de que el sistema realice operaciones manera automática teniendo en cuenta la temperatura interna y externa.

10. Referencias

Acosta, M. C. (2006). Estudio del estándar IEEE 802.15.4 «ZIGBEE» para comunicaciones inalámbricas de área personal de bajo consumo de energía y su comparación con el estándar IEEE 802.15.1 «BLUETOOTH» (Tesis). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

Arduino. (2017). Arduino Board Mega [Text]. Recuperado 6 de junio de 2017, de <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

Berkers, F., Roelands, M., Bomhof, F., Bachet, T., van Rijn, M., & Koers, W. (2013). Constructing a multi-sided business model for a smart horizontal IoT service platform. En 2013 17th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks, ICIN 2013 (pp. 126-132). <https://doi.org/10.1109/ICIN.2013.6670903>

Bernal, W. N., Caballero, G. C., Sánchez, J. O., & Paez-Logreira, H. (2016). Enterprise architecture framework oriented to cloud computing services. En Computers Communications and Control (ICCCC), 2016 6th International Conference on (pp. 64-69). IEEE.

Besterio, M., & Rodríguez, M. (2014, marzo 31). Web Serice.

Cama-Pinto, A., Acosta-Coll, M., Piñeres-Espitia, G., Caicedo-Ortiz, J., Zamora-Musa, R., & Sepulveda-Ojeda, J. (2016). Diseño de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia. *Ingeniare*, 24(4), 581-599.

Campos, J. C., Prías, O., Meriño, L., Charris, I., Lora, E., Correa, Z., & Riaño, F. (2006). Caracterización del uso de la energía en un agrupamiento industrial de la ciudad de Barranquilla, 14, 31-39.

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2004). *Termodinámica*. McGraw-Hill.

CRA. (2002). Evaluación del estado actual de la flora y fauna en los municipios de Soledad, Malambo y Barranquilla. Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

Del Valle. (2016, noviembre 1). Arquitectura IoT, prototipando los dispositivos del futuro. Recuperado 9 de septiembre de 2017, de <https://programarfacil.com/podcast/arduino-wifi-proyectos-iot/>

Department of Energy USA. (s. f.). Common Air Conditioner Problems. Recuperado 6 de junio de 2017, de <https://energy.gov/energysaver/common-air-conditioner-problems>

D-Robotics. (2010, julio). DHT11 Humidity & Temperature Sensor. Recuperado de <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>

Du, H. (2011). Study of air conditioning remote control based on embedded system. En 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks (pp. 550-553). <https://doi.org/10.1109/ICCSN.2011.6013966>

Evans, D. (2011). Internet de las cosas cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo (Técnico) (p. 11). Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG).

Guillén, A. (2016). LA CRISIS GLOBAL EN SU LABERINTO, 22.

Heroku. (2017). How Heroku Works. Recuperado 16 de agosto de 2017, de <https://devcenter.heroku.com/articles/how-heroku-works#defining-an-application>

Intro a Heroku. (2010, septiembre). Recuperado de <https://www.slideshare.net/bitfon/intro-a-heroku>

Kemp, C., & Gyger, B. (2013). Professional Heroku Programming. John Wiley & Sons, Ltd. Recuperado de http://143.95.72.211/ebooks/professional_heroku_programming.pdf

Lequerica, J. R. (2003). Web Services (edición especial). Joan Ribas Lequerica.

Lin, W., Huang, Y., & Wu, Q. (2009). Study on monitor system of heating ventilation air conditioning based on LonWorks technology. En International Technology and Innovation Conference 2009 (ITIC 2009) (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1049/cp.2009.1517>

Lizárraga Osuna, D. (2018). Sistema de administración de energía utilizando Internet de las Cosas (IoT). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.

Ma, H.-D. (2011). Internet of Things: Objectives and Scientific Challenges. Journal of Computer Science and Technology, 26(6), 919-924. <https://doi.org/10.1007/s11390-011-1189-5>

Machado, G. B., Siqueira, F., Mittmann, R., & Vieira, C. A. V. e. (2006). Embedded Systems Integration Using Web Services. En International Conference on Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies (ICNICONSMCL'06) (pp. 18-18). <https://doi.org/10.1109/ICNICONSMCL.2006.89>

Macías, N. (2010, octubre 5). Arquitecturas Multi-Tenant. Recuperado 15 de agosto de 2017, de <http://gravitar.biz/tecnologia-negocios/arquitecturas-multi-tenant/>

Marriaga B, A. (2017). Diseño de sistema de comunicación wireless para la adquisición de datos de operación de una turbina eólica de 400w, 2, 1817-1822.

Martínez, A. (2016). Confort térmico. Instituto de seguridad y salud laboral de la región de Murcia. Recuperado de www.carm.es/issl

McDowall, R. (2007). Fundamentals of HVAC Systems (1.^a ed.). USA: Elsevier.

Meneses, B., & Pamela, J. (2015). Estudio comparativo de la eficiencia del medio de comunicación alámbrico e inalámbrico del protocolo Modbus implementado en un proceso modular. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3800>

Minminas, U. de planeación minera energetica. (2015). PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIA MÁXIMA EN COLOMBIA. Recuperado de http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/UPME_Proyeccion_demanda_energia_electrica_Marzo2015.pdf

Naylamp Mechatronics. (s. f.). Tutorial sensor de corriente AC no invasivo SCT-013 [Blog]. Recuperado 6 de junio de 2017, de http://www.naylampmechatronics.com/blog/51_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-s.html

Nora Blet, Cristina Bender, Gustavo Muro, Rodolfo R. Recanzone, José Luis Simón, & Sosa, J. I. (2014). Integración de sistemas embebidos basada en web services. Presentado en XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (43JAIIO)-III Argentine Symposium on Industrial Informatics (SII) (Buenos Aires, 2014). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10915/41903>

Pacheco, E. (2017, agosto). Partes del aire acondicionado. Recuperado 4 de octubre de 2017, de https://www.partesdel.com/aire_acondicionado.html

Páez -Logreira, H., Zabala -Campo, V., & Zamora-Musa, R. (2016). Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización Industrial en la formación profesional de ingenieros electrónicos. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 39-44.

Paez-Logreira, H., Zamora-Musa, R., & Velez- Zapata, J. (2016). Relation Analysis of Knowledge Management, Research, and Innovation in University Research Groups. *Journal of technology management & innovation*, 11(4), 5-11.

Páez-Logreira, H. D., Zamora-Musa, R., & Bohórquez-Pérez, J. (2015). Programación de Controladores Lógicos (PLC) mediante Ladder y Lenguaje de Control Estructurado (SCL) en MATLAB. *Facultad de Ingeniería*, 109-119.

Paez-Logreira, H., Ramirez-Cerpa, E., Diaz-Charris, L., Lopez-Torres, S., & Miranda-Pupo, C. (2017). Control automático del set-point de un sistema de HVAC con Arduino, para un consumo energético eficiente y racional. *Revista ESPACIOS*, 38(61).

Pfleeger, S. L. (2002). *Ingeniería de software : teoría y práctica (1ª)*. Argentina: Pearson Educación.

Quevedo, M., Santiago, Á., Heredia, N., & Alejandro, M. (2007). Control y monitoreo de los sistemas HVAC y nivel de líquidos mediante panelview 600 a través de una red serial. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/4056>

Ruz, M. L., Fragoso, S., Rodríguez, D., & Vázquez, F. (2015). Real-time estimation of thermal comfort indices in an office building with a solar powered HVAC system. En 2015 23rd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED) (pp. 803-808). <https://doi.org/10.1109/MED.2015.7158844>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

Sánchez, B., Fernando, R., Llumiquinga, L., & Alexander, I. (2016). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para una plataforma aérea usando sistemas embebidos. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15152>

Seiter. (2012). *Sistemas HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning)* [Text]. Recuperado 6 de junio de 2017, de <http://es.seitersrl.com/soluciones-servicios:sistemas-hvac-heating-ventilation-air-conditioning>

Shopov, M., Matev, H., & Spasov, G. V. (2007). Evaluation Of Web Services Implementation For Arm-Based Embedded System. En ResearchGate. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/228986535_EVALUATION_OF_WEB_SERVICES_IMPLEMENTATION_FOR_ARM-BASED_EMBEDDED_SYSTEM

SparkFun, E. (s. f.). WiFi Module - ESP8266 - WRL-13678. Recuperado 2 de agosto de 2017, de <https://www.sparkfun.com/products/13678>

Tanenbaum, A. S. (2003). Redes de computadoras (4.^a ed.). Pearson Educación.

Universidad del País Vasco. (s. f.). ¿Quieres conocer el impacto ambiental del consumo energético y cuidar el medio ambiente? Recuperado 26 de julio de 2017, de <https://www.ehu.eus/es/web/araba/campus-iraunkorra-energia-kontsumoa-eraginak>

Valenzuela, J. (2007). Venta asistida usando tecnología móvil inalámbrica WI-FI y Bluetooth. Tecnología. Recuperado de https://es.slideshare.net/Pink_FloYd/defensa-ptt

Villa, E. (2017). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en edificaciones orientado al control de aires acondicionados. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, COLOMBIA.

Weber, R. H. (2010). Internet of Things – New security and privacy challenges. Computer Law & Security Review, 26(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2009.11.008>

Weiser, M. (1999). The Computer for the 21st Century. SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev., 3(3), 3–11. <https://doi.org/10.1145/329124.329126>

Zamora-Musa, R. (2010). Laboratorios remotos: Análisis; características y su desarrollo como alternativa a la práctica en la Facultad de Ingeniería. Inge CUC, 6(1), 281-290.

Zamora-Musa, R., & Velez, J. (2017). Use of Data Mining to Identify Trends between Variables to Improve Implementation of an Immersive Environment. Journal of Engineering and Applied Sciences. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/322102763_Use_of_Data_Mining_to_Identify_Trends_between_Variables_to_Improve_Implementation_of_an_Immersive_Environment

Zamora-Musa, R., & Villa-Ramírez, J. (2013). Estudio de la alternativa de ambientes virtuales colaborativos como herramienta de apoyo a laboratorios tele-operados en ingeniería. Presentado en WEEF – World Engineering Education Forum, COLOMBIA. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282991696_Estudio_de_la_alternativa_de_ambientes_virtuales_colaborativos_como_herramienta_de_apoyo_a_laboratorios_tele-operados_en_ingenieria

Zapata-Jaramillo, C. M., Sanchez-Dams, R. D., & Paez-Logreira, H. (2012). Contributions of software engineering to the embedded system development. SOFTWARE ENGINEERING: METHODS, MODELING, AND TEACHING, 47.

11. Bibliografía

- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2004). *Termodinámica*. McGraw-Hill.
- McDowall, R. (2007). *Fundamentals of HVAC Systems* (1.^a ed.). USA: Elsevier.
- Chadderton, D. (s. f.). *Manual práctico del aire acondicionado (frío y calor)*.
- Kemp, C., & Gyger, B. (2013). *Professional Heroku Programming* (1 edition). Chichester, West Sussex: Wrox.
- Ribas Lequerica, J. (2015). *Arduino para jóvenes y no tan jóvenes*. Anaya Multimedia.
- Martínez, D. R. (2004). *Comunicaciones inalámbricas: un enfoque aplicado*. Ra-Ma.
- Hanes, D., Salgueiro, G., Grossetete, P., Barton, R., & Henry, J. (2017). *IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things* (1 edition). Indianapolis, Indiana, USA: Cisco Press.
- Javed, A. (2016). *Building Arduino Projects for the Internet of Things: Experiments with Real-World Applications* (Edición: 1st ed.). New York, NY: Apress.
- McEwen, A., & Cassimally, H. (2013). *Designing the Internet of Things* (Edición: 1). Chichester: Wiley John + Sons.
- Kranz, M. (2017). *Internet of Things: Construye nuevos modelos de negocio*. LID Editorial.
- Lequerica, J. R. (2003). *Web Services (edición especial)*. Anaya Multimedia.
- Momjian, B. (2001). *PostgreSQL: Introduction and Concepts*. Addison-Wesley.
- Sánchez, E. (2013). *Smart Energy: TIC y energía: un futuro eficiente*. Fundación Telefónica.

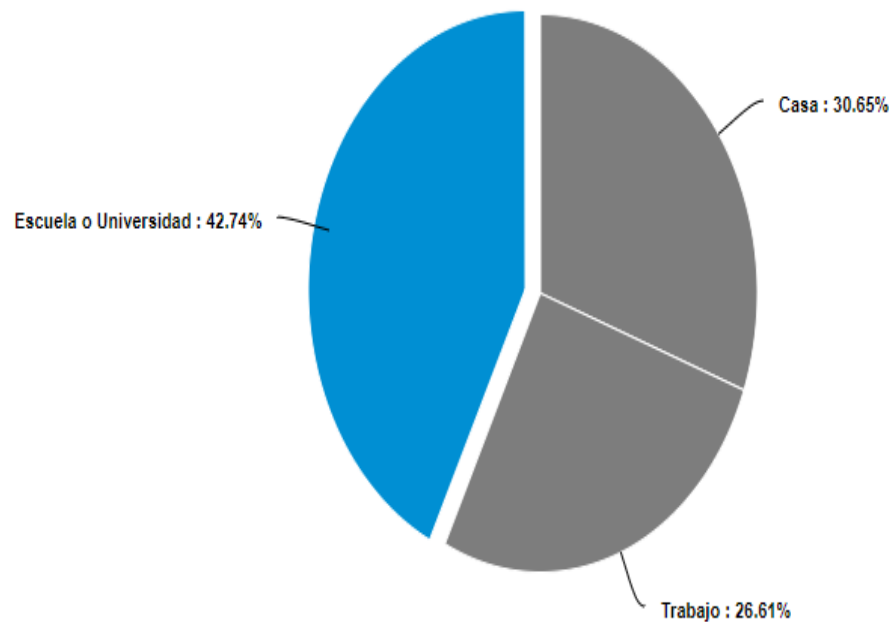
ANEXOS

ANEXO A Preguntas y Resultados de encuesta

A continuación, se detalla cada pregunta según el tipo de aspecto abordado, sus opciones y el resultado obtenido de manera porcentual

Ambiente físico

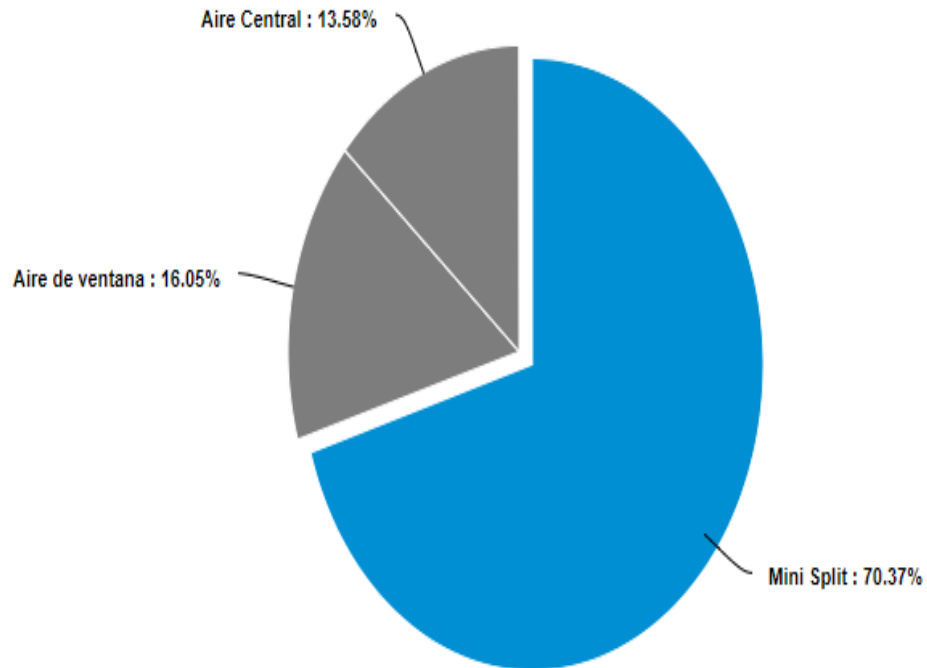
- 1) De los sitios que frecuenta diariamente, ¿en cuáles posee o encuentra equipos de aire acondicionado? Opciones: Escuela o universidad, casa, trabajo



Resultado pregunta 1 - ambiente físico. Por A. Marriaga, 2017

- 2) ¿Qué tipos de aire acondicionado usted usa (enciende, apaga, manipula) frecuentemente?

Opciones: Mini Split, aire de ventana, aire central



Resultado pregunta 2 - ambiente físico. Por A. Marriaga, 2017

Interfaces

- 1) Selecciones con qué frecuencia usa los siguientes dispositivos. Opciones: Tablet, computadora, teléfono inteligente.

Question	Count	Score	Muy frecuentemente	Algunas veces	Muy pocas veces
Tablet	66	2.67	<div></div>		
Computadora	66	1.2	<div></div>		
Teléfono inteligente	66	1.05	<div></div>		
Average		1.64			

Resultado pregunta 1 – interfaces. Por A. Marriaga, 2017

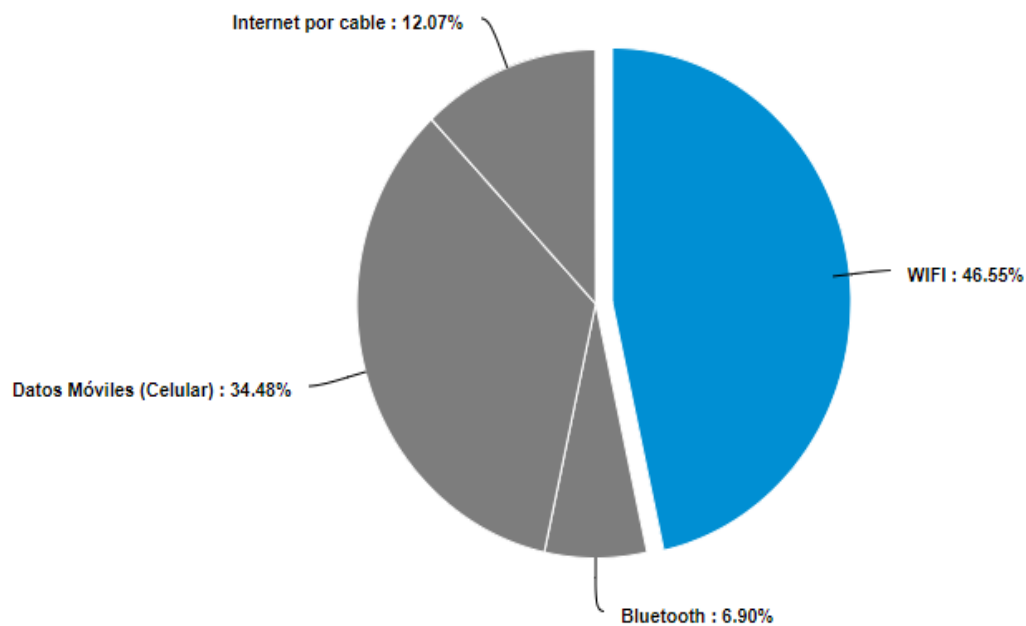
- 2) Selecciones con qué frecuencia usa los siguientes sistemas operativos en computadores o dispositivos móviles. Opciones: Windows PC, Windows Mobile, Android, Linux, MAC OS, IOS (iPhone)

Question	Count	Score	Muy frecuentemente	Algunas veces	Nunca lo usa
Windows PC	66	1.11			
Windows Mobile	66	2.61			
Android	66	1.12			
Linux	66	2.61			
MAC OS	66	2.71			
IOS (Iphone)	66	2.58			
Average		2.12			
Windows PC					

Resultado pregunta 2 – interfaces. Por A. Marriaga, 2017

3) De los siguientes entornos de comunicación digital, ¿Cuáles utiliza con mayor frecuencia?

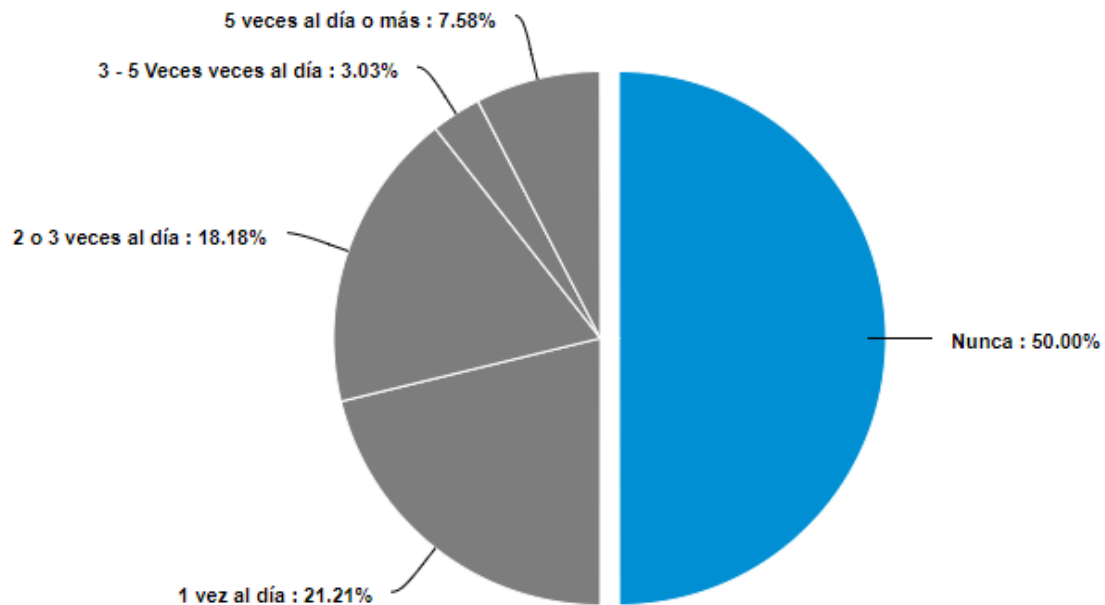
Opciones: Wifi, Bluetooth, Datos Móviles, Internet cableado



Resultado pregunta 3 - interfaces. Por A. Marriaga, 2017

Seguridad y Accesibilidad

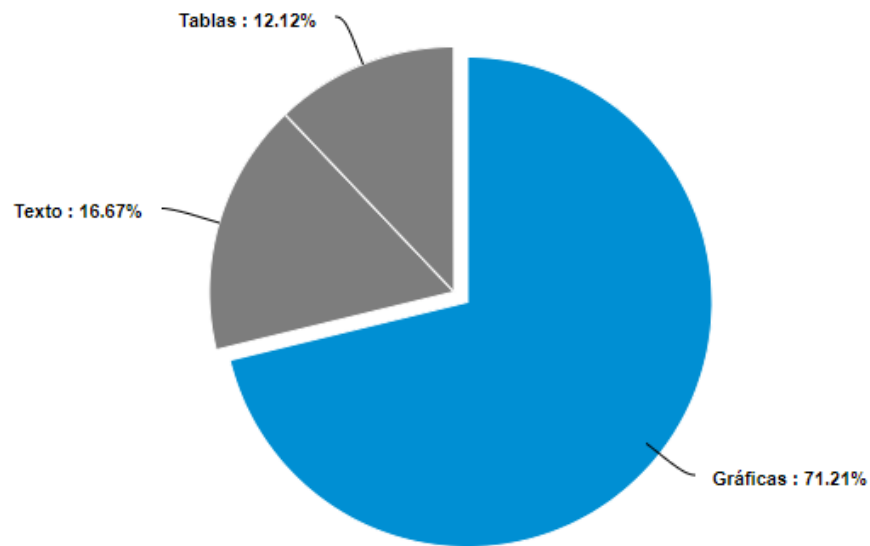
- 1) Con que frecuencia consulta usted la información o estado de su sistema de aire acondicionado: Nunca, 1 vez al día, 2 o 3 veces al día, 3 o 5 veces al día, 5 veces al día o más.



Resultado pregunta 1- seguridad y accesibilidad. Por A. Marriaga, 2017

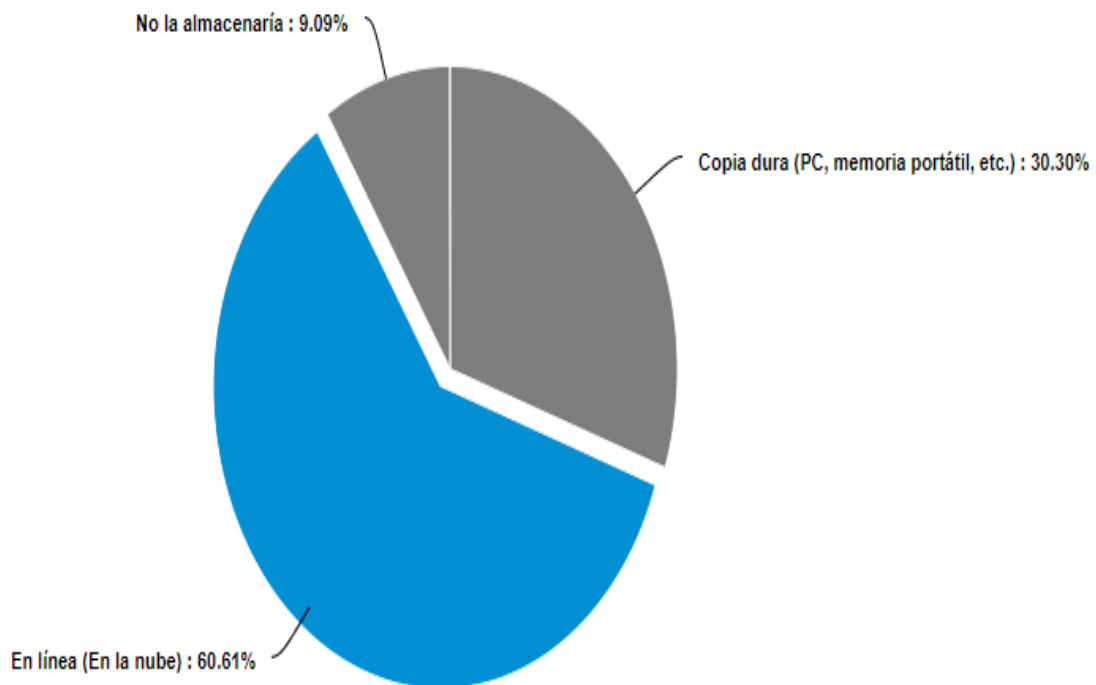
Documentación

- 1) ¿Cómo prefiere visualizar información en sus dispositivos? Opciones: Gráficas, texto, tablas



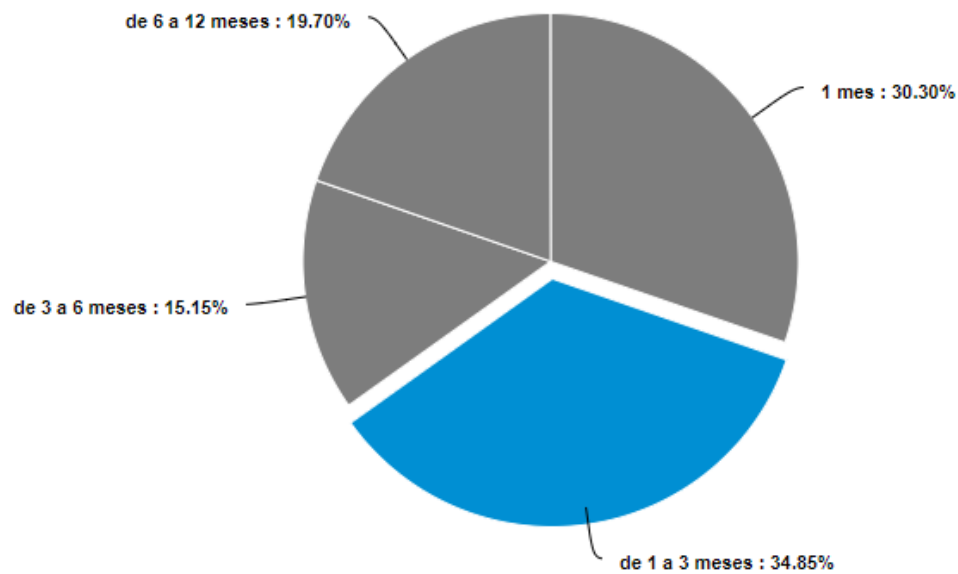
Resultado pregunta 1 - documentación. Por A. Marriaga, 2017

- 2) ¿Dónde almacenaría información sobre el consumo y variables de su sistema de aire acondicionado? Opciones: Copia dura (PC, memoria portátil, etc.), en línea (En la nube), no la almacenaría.



Resultado pregunta 2 - documentación. Por A. Marriaga, 2017

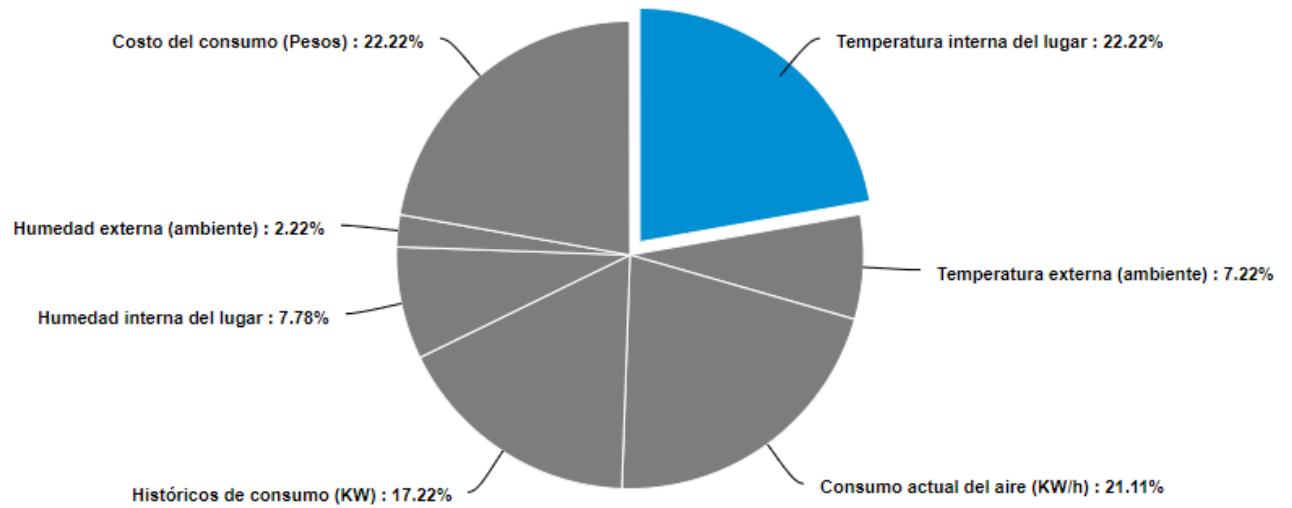
- 3) ¿Qué cantidad de información histórica de su sistema de refrigeración (acondicionador de aire) almacenaría y consultaría? Opciones: 1 mes, de 1 a 3 meses, de 3 a 6 meses, de 6 a 12 meses.



Resultado pregunta 3 - documentación

Datos

- 1) De las siguientes opciones de variables e información de un sistema de refrigeración acondicionador de aire, seleccione cuál desearía monitorear o conocer remotamente: Temperatura interna del lugar, temperatura externa (ambiente), consumo actual del aire (KW/h), históricos de consumo (KW), humedad interna del lugar, humedad externa (ambiente), costo del consumo (Pesos).



Resultado pregunta 1 – Datos. Por A. Marriaga, 2017

ANEXO B Fuentes consultadas para estado del arte

Información General							Información técnica			
Ítem	Tipo	Título/Nombre	Año	Autor1	Autor2	Autor3	Tipo de Artículo	País publicación	Variables monitoreadas	Tecnología aplicada
1	Paper	Real-time estimation of thermal comfort indices in an office building with a solar powered HVAC system	2015	Mario L. Ruz	Sergio Fragoso	David Rodríguez	Evento	España	Temperatura interna, humedad interna	Wifi
2	Paper	Study on Monitor System of Heating Ventilation Air Conditioning Based on Lonworks Technology	2015	LIN Weijie	HUANG Yuewen	WU Qiuxuan	Revista	China	Temperatura interna, temperatura externa	Ethernet
3	Paper	IoT-based Occupancy Monitoring Techniques for Energy-Efficient Smart Buildings	2015	Kemal Akkaya	Ismail Guvenc	Ramazan Aygun†	Evento	USA	Temperatura interna, humedad interna, CO/CO2, Occupancy	Wifi, Radiofrecuencia
4	Paper	Intelligent Online Sensor Monitoring and Fault Alarm	2015	Ying Guo	Josh Wall	Jiaming Li	Evento	Australia	Temperatura interna,	Ethernet

		System in Heating Ventilation and Air Conditioning Systems							humedad interna	
5	Paper	Wireless Data Acquisition System Development and Application on HVAC Equipment	2015	Hao Yua	Jili Zhanga	Liang Zhaoa,	Revista	China	Temperatura interna	Wifi
6	Paper	Non-Intrusive Load Monitoring of HVAC Components Using Signal Unmixing	2015	Alireza Rahimpour	Hairong Qi*,	David Fugate	Evento	USA	Consumo de energía (voltaje y corriente)	
7	Paper	Integración de sistemas embebidos basada en Web Services	2014	Nora Blet	Gustavo Muro	Cristina Bender	Evento	Argentina	Datos de Calculadora	Ethernet
8	Paper	Internet de los objetos empleando Arduino para la gestión eléctrica domiciliaria	2014	Adriana Vega	Francisco Santamaria	Edwin Rivas	Revista	Colombia	On/Off	Ethernet
9	Paper	Smart meter monitoring and data mining techniques for	2014	Jui-Sheng Chou	Yu-Chien Hsu	Liang-Tse Lin	Revista	Taiwan	Fuga de refrigerante	

		predicting refrigeration								
		system performance								
10	Paper	Air quality metrics and wireless technology to maximize the energy efficiency of HVAC in a working auditorium	2014	Anna Leavey	Yong Fu	Mo Sha	Revista	USA	Temperatura interna, CO/CO2, Occupancy	Wifi
11	Paper	Monitoring-based HVAC commissioning of an existing office building for energy efficiency	2013	Liping Wanga	Steve Greenberg	Alma Rubalcava	Revista	USA	Temperatura interna, temperatura externa, occupancy, consumo de energía	Ethernet
12	Paper	Redes Inalámbricas de Sensores Inteligentes. Aplicación a la monitorización de variables Fisiológica	2013	Héctor Ramos Morillo	Francisco Maciá Pérez	Diego Marcos Jorquera	Revista	España	Parámetros fisiológicos	Wifi

13	Paper	Measuring and monitoring occupancy with an RFID based system for demand-driven HVAC operations	2012	Nan Li	Gulben Calis	Burcin Becerik-Gerber	Revista	USA	Occupancy	Radiofrecuencia
14	Paper	ZiePAC Estimation and control via HVAC metering and occupancy Feedback	2012	Bharathan Balajiy	Yuvraj Agarwal	Rajesh Guptay,	Revista	USA	Temperatura interna	Wifi
15	Paper	POEM: Power-efficient Occupancy-based Energy Management System	2012	Varick L. Erickson	Stefan Achleitner	Alberto E. Cerpa	Revista	USA	Temperatura interna	Wifi
16	Paper	Indoor Air Quality monitoring using a wireless sensor network	2012	Sayantani Bhattacharya,	Sridevi S, Pitchiah R		Evento	India	Temperatura interna, humedad interna, CO/CO2	Radiofrecuencia
17	Paper	Study of Air Conditioning Remote Control Based on Embedded System	2011	Haicun Du					Temperatura interna, On/Off	Wifi

18	Paper	Implementation of HVAC system through wireless sensor network	2010	Sana Sultan	Tehmina Khan	Sairah Khatoon	Evento	India	Temperatura interna, temperatura externa, presión y humedad	Wifi
19	Paper	Evaluation of web services implementation for ARM based embedded system	2007	Mitko P. Shopov	Hristo Matev	Grisha V. Spasov	Evento	Bulgaria	Temperatura externa	Ethernet
20	Paper	Embedded Systems Integration Using Web Services	2006	Guilherme Bertoni Machado	Robinson Mittmann		Evento	USA		Ethernet

ANEXO C Base de datos periodo de prueba

Id	Date	Temp int	Hum int	Sp user	Temp ext	Hum ext	Current	Voltage
10141	1/12/2018 14:38	29.0	50.0		33.0	68.0	2.76	213.38
10140	1/12/2018 14:37	29.0	50.0		33.0	67.0	2.71	211.91
10139	1/12/2018 14:36	29.0	51.0		33.0	67.0	2.68	213.52
10138	1/12/2018 14:35	29.0	50.0		33.0	68.0	2.84	212.49
10137	1/12/2018 14:34	29.0	51.0		33.0	69.0	2.77	213.12
10136	1/12/2018 14:33	29.0	50.0		33.0	69.0	2.86	212.78
10135	1/12/2018 14:32	29.0	52.0		33.0	68.0	2.94	211.13
10134	1/12/2018 14:31	29.0	51.0		33.0	68.0	2.65	211.65
10133	1/12/2018 14:30	29.0	51.0		33.0	69.0	2.76	212.57
10132	1/12/2018 14:29	29.0	52.0		33.0	69.0	2.85	212.44
10131	1/12/2018 14:28	29.0	53.0		33.0	69.0	2.78	212.64
10130	1/12/2018 14:27	29.0	52.0		33.0	68.0	2.61	211.0
10129	1/12/2018 14:26	29.0	52.0		33.0	68.0	2.99	212.04
10128	1/12/2018 14:25	29.0	53.0		33.0	67.0	3.1	213.53
10127	1/12/2018 14:24	29.0	51.0		33.0	67.0	3.16	212.92
10126	1/12/2018 14:23	29.0	52.0		33.0	66.0	3.49	210.38
10125	1/12/2018 14:22	29.0	53.0		33.0	63.0	3.66	211.41
10124	1/12/2018 14:21	29.0	53.0		34.0	61.0	3.56	211.11
10123	1/12/2018 14:20	29.0	53.0		34.0	62.0	4.21	212.28
10122	1/12/2018 14:19	29.0	52.0		34.0	63.0	3.73	213.08
10121	1/12/2018 14:18	29.0	52.0		34.0	63.0	1.68	212.3
10120	1/12/2018 14:17	29.0	51.0		33.0	65.0	2.27	212.27
10119	1/12/2018 14:16	29.0	50.0		33.0	65.0	2.52	212.16
10118	1/12/2018 14:15	29.0	50.0		33.0	65.0	2.7	211.79
10117	1/12/2018 14:14	29.0	51.0		33.0	65.0	3.17	211.53
10116	1/12/2018 14:13	29.0	51.0		33.0	65.0	3.43	213.39
10115	1/12/2018 14:12	29.0	50.0		33.0	65.0	3.28	217.85
10114	1/12/2018 14:11	29.0	51.0		33.0	64.0	3.5	213.11

10113	1/12/2018 14:10	29.0	52.0	33.0	64.0	3.55	212.15
10112	1/12/2018 14:09	29.0	51.0	33.0	63.0	2.75	208.19
10111	1/12/2018 14:08	29.0	51.0	33.0	63.0	2.61	211.33
10110	1/12/2018 14:07	29.0	52.0	33.0	62.0	2.86	211.79
10109	1/12/2018 14:06	29.0	51.0	33.0	63.0	2.94	213.98
10108	1/12/2018 14:05	29.0	51.0	33.0	64.0	2.81	210.2
10107	1/12/2018 14:04	29.0	52.0	33.0	65.0	2.91	211.66
10106	1/12/2018 14:03	29.0	52.0	33.0	66.0	2.98	212.29
10105	1/12/2018 14:01	29.0	53.0	33.0	64.0	2.79	213.23
10104	1/12/2018 14:00	29.0	52.0	33.0	65.0	2.77	211.52
10103	1/12/2018 13:59	29.0	52.0	33.0	67.0	2.82	213.18
10102	1/12/2018 13:58	29.0	53.0	33.0	67.0	2.92	214.48
10101	1/12/2018 13:57	29.0	53.0	33.0	67.0	2.71	213.06
10100	1/12/2018 13:56	29.0	54.0	33.0	67.0	2.79	211.63
10099	1/12/2018 13:55	29.0	53.0	33.0	67.0	2.82	212.9
10098	1/12/2018 13:54	29.0	54.0	33.0	66.0	2.9	212.17
10097	1/12/2018 13:53	29.0	54.0	33.0	67.0	2.8	209.97
10096	1/12/2018 13:52	29.0	54.0	33.0	66.0	3.04	212.27
10095	1/12/2018 13:51	29.0	55.0	33.0	63.0	2.73	211.43
10094	1/12/2018 13:50	29.0	55.0	33.0	64.0	2.89	212.06
10093	1/12/2018 13:49	29.0	56.0	33.0	64.0	2.91	213.59
10092	1/12/2018 13:48	29.0	57.0	33.0	64.0	2.97	211.41
10091	1/12/2018 13:47	29.0	56.0	33.0	64.0	2.84	210.95
10090	1/12/2018 13:46	29.0	56.0	33.0	63.0	2.99	211.1
10089	1/12/2018 13:45	29.0	57.0	33.0	64.0	2.84	210.92
10088	1/12/2018 13:44	29.0	58.0	33.0	65.0	2.87	210.88
10087	1/12/2018 13:43	29.0	56.0	33.0	65.0	2.94	212.54
10086	1/12/2018 13:42	29.0	56.0	33.0	64.0	2.82	211.8
10085	1/12/2018 13:41	29.0	56.0	33.0	65.0	3.09	211.76
10084	1/12/2018 13:40	29.0	57.0	33.0	64.0	2.83	211.15

10083	1/12/2018 13:39	29.0	57.0	33.0	63.0	3.08	211.33
10082	1/12/2018 13:38	29.0	56.0	33.0	64.0	3.17	210.85
10081	1/12/2018 13:37	29.0	56.0	33.0	64.0	3.13	209.86
10080	1/12/2018 13:36	29.0	57.0	33.0	65.0	3.47	213.18
10079	1/12/2018 13:35	29.0	56.0	33.0	64.0	4.01	211.85
10078	1/12/2018 13:34	29.0	56.0	33.0	64.0	2.77	213.35
10077	1/12/2018 13:33	29.0	57.0	33.0	64.0	2.85	211.02
10076	1/12/2018 13:32	29.0	58.0	33.0	64.0	2.85	209.87
10075	1/12/2018 13:31	29.0	57.0	33.0	63.0	2.93	211.6
10074	1/12/2018 13:30	29.0	57.0	34.0	63.0	3.01	211.98
10073	1/12/2018 13:29	29.0	56.0	33.0	66.0	3.0	212.47
10072	1/12/2018 13:28	29.0	57.0	33.0	66.0	2.75	210.26
10071	1/12/2018 13:27	29.0	57.0	33.0	67.0	2.89	211.88
10070	1/12/2018 13:26	29.0	57.0	33.0	66.0	2.7	210.77
10069	1/12/2018 13:25	29.0	57.0	33.0	65.0	2.75	211.95
10068	1/12/2018 13:24	29.0	56.0	33.0	67.0	2.7	211.74
10067	1/12/2018 13:23	29.0	57.0	33.0	66.0	2.87	210.64
10066	1/12/2018 13:22	29.0	58.0	33.0	66.0	2.73	210.58
10065	1/12/2018 13:21	29.0	57.0	33.0	66.0	2.7	211.39
10064	1/12/2018 13:20	29.0	57.0	33.0	67.0	2.62	212.1
10063	1/12/2018 13:19	29.0	56.0	33.0	68.0	2.84	211.26
10062	1/12/2018 13:18	29.0	57.0	33.0	69.0	2.78	210.41
10061	1/12/2018 13:17	29.0	57.0	32.0	68.0	2.87	204.18
10060	1/12/2018 13:16	29.0	57.0	32.0	68.0	2.96	211.64
10059	1/12/2018 13:15	29.0	57.0	32.0	68.0	2.94	212.9
10058	1/12/2018 13:14	29.0	57.0	32.0	69.0	2.84	211.58
10057	1/12/2018 13:13	29.0	56.0	32.0	68.0	2.84	210.24
10056	1/12/2018 13:12	29.0	57.0	32.0	67.0	2.74	210.94
10055	1/12/2018 13:11	29.0	57.0	32.0	68.0	2.75	211.57
10054	1/12/2018 13:10	29.0	57.0	32.0	67.0	2.81	208.86

10053	1/12/2018 13:09	29.0	57.0	32.0	66.0	2.68	207.98
10052	1/12/2018 13:08	29.0	57.0	32.0	65.0	2.87	210.39
10051	1/12/2018 13:07	29.0	57.0	32.0	66.0	2.9	212.11
10050	1/12/2018 13:06	29.0	57.0	33.0	67.0	3.02	211.49
10049	1/12/2018 13:05	29.0	57.0	33.0	68.0	2.95	210.33
10048	1/12/2018 13:04	29.0	58.0	33.0	68.0	3.09	211.0
10047	1/12/2018 13:03	29.0	58.0	33.0	67.0	3.07	211.34
10046	1/12/2018 13:02	29.0	57.0	33.0	67.0	3.37	211.3
10045	1/12/2018 13:01	29.0	59.0	33.0	66.0	4.01	213.53
10044	1/12/2018 12:59	29.0	58.0	33.0	67.0	2.89	212.22
10043	1/12/2018 12:58	29.0	57.0	33.0	67.0	2.98	209.97
10042	1/12/2018 12:57	29.0	57.0	33.0	66.0	2.71	210.79
10041	1/12/2018 12:56	29.0	57.0	33.0	68.0	3.11	211.4
10040	1/12/2018 12:55	29.0	58.0	33.0	68.0	3.02	210.05
10039	1/12/2018 12:54	29.0	57.0	33.0	68.0	2.85	211.33
10038	1/12/2018 12:53	29.0	57.0	32.0	66.0	2.8	212.07
10037	1/12/2018 12:52	29.0	57.0	33.0	66.0	2.7	210.64
10036	1/12/2018 12:51	29.0	56.0	33.0	67.0	2.61	210.95
10035	1/12/2018 12:50	29.0	57.0	32.0	66.0	2.88	211.86
10034	1/12/2018 12:49	29.0	57.0	32.0	65.0	2.81	209.85
10033	1/12/2018 12:48	29.0	57.0	33.0	65.0	2.92	212.73
10032	1/12/2018 12:47	29.0	59.0	32.0	66.0	2.83	210.41
10031	1/12/2018 12:46	29.0	58.0	32.0	67.0	2.65	212.45
10030	1/12/2018 12:45	29.0	58.0	32.0	67.0	2.8	210.44
10029	1/12/2018 12:44	29.0	58.0	32.0	66.0	2.71	212.33
10028	1/12/2018 12:43	29.0	58.0	33.0	68.0	2.72	210.85
10027	1/12/2018 12:42	29.0	58.0	33.0	68.0	2.78	211.88
10026	1/12/2018 12:41	29.0	58.0	32.0	68.0	2.73	213.23
10025	1/12/2018 12:40	29.0	58.0	32.0	70.0	2.92	209.89
10024	1/12/2018 12:39	29.0	58.0	32.0	69.0	2.89	211.45

10023	1/12/2018 12:38	29.0	58.0	32.0	68.0	2.93	209.44
10022	1/12/2018 12:37	29.0	59.0	33.0	68.0	2.91	211.53
10021	1/12/2018 12:36	29.0	58.0	33.0	67.0	2.97	211.02
10020	1/12/2018 12:35	29.0	59.0	33.0	67.0	2.78	211.78
10019	1/12/2018 12:34	29.0	59.0	33.0	66.0	2.85	211.31
10018	1/12/2018 12:33	29.0	57.0	33.0	66.0	2.96	212.82
10017	1/12/2018 12:32	29.0	59.0	33.0	66.0	3.03	211.97
10016	1/12/2018 12:31	29.0	58.0	33.0	67.0	2.86	211.2
10015	1/12/2018 12:30	29.0	58.0	33.0	66.0	2.86	212.34
10014	1/12/2018 12:29	29.0	59.0	32.0	65.0	3.13	209.96
10013	1/12/2018 12:28	29.0	58.0	32.0	66.0	3.21	210.53
10012	1/12/2018 12:27	29.0	58.0	33.0	67.0	2.91	210.53
10011	1/12/2018 12:26	29.0	59.0	32.0	67.0	3.34	210.27
10010	1/12/2018 12:25	29.0	59.0	32.0	67.0	4.07	210.53
10009	1/12/2018 12:24	29.0	58.0	32.0	67.0	2.86	212.97
10008	1/12/2018 12:23	29.0	58.0	33.0	67.0	2.85	210.28
10007	1/12/2018 12:22	29.0	59.0	33.0	68.0	2.74	211.02
10006	1/12/2018 12:21	29.0	59.0	32.0	67.0	2.74	209.72
10005	1/12/2018 12:20	29.0	59.0	32.0	66.0	2.77	211.05
10004	1/12/2018 12:19	29.0	60.0	32.0	67.0	2.86	218.7
10003	1/12/2018 12:18	29.0	59.0	32.0	67.0	2.77	210.84
10002	1/12/2018 12:17	29.0	59.0	33.0	68.0	2.89	210.53
10001	1/12/2018 12:16	29.0	59.0	33.0	68.0	2.71	210.44
10000	1/12/2018 12:15	29.0	59.0	33.0	68.0	2.65	210.41
9999	1/12/2018 12:14	29.0	59.0	33.0	68.0	2.79	213.29
9998	1/12/2018 12:13	29.0	60.0	33.0	68.0	2.83	211.25
9997	1/12/2018 12:12	29.0	60.0	32.0	68.0	2.75	212.45
9996	1/12/2018 12:11	29.0	60.0	32.0	69.0	2.91	211.61
9995	1/12/2018 12:10	29.0	59.0	32.0	69.0	2.74	211.73
9994	1/12/2018 12:09	29.0	60.0	32.0	69.0	2.82	212.6

9993	1/12/2018 12:08	29.0	59.0	32.0	69.0	2.82	210.29
9992	1/12/2018 12:07	29.0	61.0	32.0	68.0	2.77	213.09
9991	1/12/2018 12:06	29.0	60.0	32.0	68.0	2.92	211.6
9990	1/12/2018 12:05	29.0	60.0	32.0	68.0	2.78	210.23
9989	1/12/2018 12:04	29.0	60.0	32.0	69.0	2.84	211.27
9988	1/12/2018 12:03	29.0	61.0	32.0	69.0	3.04	210.5
9987	1/12/2018 12:02	29.0	61.0	32.0	69.0	2.87	211.84
9986	1/12/2018 12:01	29.0	61.0	32.0	69.0	2.92	212.2
9985	1/12/2018 12:00	29.0	60.0	32.0	68.0	2.8	212.8
9984	1/12/2018 11:59	29.0	60.0	32.0	69.0	2.75	209.72
9983	1/12/2018 11:58	29.0	60.0	32.0	68.0	2.8	211.94
9982	1/12/2018 11:57	29.0	61.0	32.0	68.0	2.75	210.57
9981	1/12/2018 11:56	29.0	60.0	32.0	68.0	2.73	211.18
9980	1/12/2018 11:54	29.0	62.0	32.0	68.0	2.98	211.78
9979	1/12/2018 11:53	29.0	62.0	32.0	68.0	3.04	209.96
9978	1/12/2018 11:52	29.0	62.0	32.0	69.0	3.16	211.23
9977	1/12/2018 11:51	29.0	62.0	32.0	68.0	3.14	211.41
9976	1/12/2018 11:50	29.0	63.0	32.0	69.0	3.1	210.88
9975	1/12/2018 11:49	29.0	62.0	32.0	69.0	3.23	211.67
9974	1/12/2018 11:48	29.0	63.0	32.0	69.0	3.03	211.94
9973	1/12/2018 11:47	29.0	63.0	32.0	69.0	3.14	212.65
9972	1/12/2018 11:46	29.0	64.0	32.0	69.0	3.1	212.43
9971	1/12/2018 11:45	29.0	62.0	32.0	70.0	3.09	212.43
9970	1/12/2018 11:44	29.0	62.0	32.0	70.0	2.87	209.48
9969	1/12/2018 11:43	29.0	61.0	32.0	71.0	2.65	210.91
9968	1/12/2018 11:42	29.0	60.0	32.0	71.0	2.9	211.75
9967	1/12/2018 11:41	29.0	60.0	32.0	70.0	2.73	210.15
9966	1/12/2018 11:40	29.0	60.0	32.0	71.0	2.65	209.01
9965	1/12/2018 11:39	29.0	60.0	32.0	72.0	2.69	210.99
9964	1/12/2018 11:38	29.0	60.0	32.0	72.0	2.87	212.1

9963	1/12/2018 11:37	29.0	61.0	32.0	72.0	2.86	213.94
9962	1/12/2018 11:36	29.0	61.0	32.0	71.0	3.06	211.87
9961	1/12/2018 11:35	29.0	60.0	31.0	72.0	2.9	211.69
9960	1/12/2018 11:34	29.0	61.0	32.0	71.0	2.96	212.17
9959	1/12/2018 11:33	29.0	62.0	32.0	70.0	2.77	211.59
9958	1/12/2018 11:32	29.0	62.0	32.0	70.0	2.74	212.22
9957	1/12/2018 11:31	29.0	62.0	32.0	71.0	2.82	211.76
9956	1/12/2018 11:30	29.0	61.0	32.0	70.0	2.7	211.51
9955	1/12/2018 11:29	29.0	61.0	32.0	71.0	2.76	210.47
9954	1/12/2018 11:28	28.0	61.0	32.0	70.0	2.68	211.91
9953	1/12/2018 11:27	28.0	60.0	32.0	70.0	2.7	210.13
9952	1/12/2018 11:26	28.0	60.0	32.0	71.0	2.62	209.64
9951	1/12/2018 11:25	28.0	60.0	32.0	71.0	2.77	210.46
9950	1/12/2018 11:24	28.0	60.0	32.0	71.0	2.73	212.8
9949	1/12/2018 11:23	28.0	60.0	32.0	71.0	2.71	211.28
9948	1/12/2018 11:22	28.0	60.0	32.0	71.0	2.65	212.29
9947	1/12/2018 11:21	28.0	60.0	32.0	72.0	2.71	212.54
9946	1/12/2018 11:20	28.0	61.0	32.0	71.0	2.77	211.75
9945	1/12/2018 11:19	28.0	60.0	32.0	72.0	2.72	210.79
9944	1/12/2018 11:18	28.0	60.0	32.0	71.0	2.68	212.37
9943	1/12/2018 11:17	28.0	61.0	32.0	71.0	2.94	211.78
9942	1/12/2018 11:16	28.0	60.0	32.0	70.0	2.9	210.69
9941	1/12/2018 11:15	28.0	60.0	32.0	71.0	3.02	211.23
9940	1/12/2018 11:14	28.0	62.0	32.0	72.0	3.01	210.47
9939	1/12/2018 11:13	28.0	61.0	32.0	71.0	3.23	212.27
9938	1/12/2018 11:12	28.0	61.0	32.0	70.0	3.49	211.08
9937	1/12/2018 11:11	28.0	61.0	32.0	70.0	3.23	211.29
9936	1/12/2018 11:10	28.0	61.0	32.0	70.0	3.47	210.5
9935	1/12/2018 11:09	28.0	61.0	32.0	69.0	2.93	212.09
9934	1/12/2018 11:08	28.0	61.0	32.0	69.0	2.83	210.36

9933	1/12/2018 11:07	28.0	62.0	33.0	70.0	2.89	211.35
9932	1/12/2018 11:06	28.0	63.0	33.0	72.0	3.05	211.37
9931	1/12/2018 11:05	28.0	62.0	32.0	71.0	2.85	213.7
9930	1/12/2018 11:04	28.0	62.0	32.0	72.0	2.74	211.19
9929	1/12/2018 11:03	28.0	62.0	32.0	72.0	2.93	211.25
9928	1/12/2018 11:02	28.0	62.0	32.0	72.0	2.68	212.0
9927	1/12/2018 11:01	28.0	62.0	32.0	72.0	2.76	210.69
9926	1/12/2018 11:00	28.0	62.0	32.0	71.0	2.76	211.43
9925	1/12/2018 10:59	28.0	62.0	32.0	72.0	2.86	211.49
9924	1/12/2018 10:58	28.0	62.0	32.0	72.0	2.79	213.2
9923	1/12/2018 10:57	28.0	62.0	32.0	72.0	2.75	205.95
9922	1/12/2018 10:56	28.0	62.0	32.0	73.0	2.57	212.76
9921	1/12/2018 10:55	28.0	62.0	32.0	72.0	2.81	210.87
9920	1/12/2018 10:54	28.0	62.0	32.0	72.0	2.73	210.04
9919	1/12/2018 10:53	28.0	63.0	32.0	72.0	2.74	218.29
9918	1/12/2018 10:51	28.0	63.0	32.0	72.0	2.76	212.2
9917	1/12/2018 10:50	28.0	62.0	32.0	73.0	2.87	212.08
9916	1/12/2018 10:49	28.0	63.0	32.0	72.0	3.02	211.16
9915	1/12/2018 10:48	28.0	62.0	32.0	72.0	2.74	209.83
9914	1/12/2018 10:47	28.0	63.0	32.0	72.0	2.9	212.79
9913	1/12/2018 10:46	28.0	63.0	32.0	72.0	2.77	211.36
9912	1/12/2018 10:45	28.0	62.0	32.0	73.0	2.7	208.96
9911	1/12/2018 10:44	28.0	63.0	32.0	72.0	2.98	209.54
9910	1/12/2018 10:43	28.0	63.0	32.0	72.0	2.9	211.03
9909	1/12/2018 10:42	28.0	64.0	32.0	73.0	2.88	211.44
9908	1/12/2018 10:41	28.0	62.0	32.0	73.0	2.72	211.23
9907	1/12/2018 10:40	28.0	63.0	32.0	73.0	2.75	210.87
9906	1/12/2018 10:39	28.0	63.0	32.0	74.0	3.04	211.03
9905	1/12/2018 10:38	28.0	63.0	32.0	73.0	3.06	210.89
9904	1/12/2018 10:37	28.0	63.0	32.0	74.0	2.97	210.32

9903	1/12/2018 10:36	28.0	63.0	32.0	74.0	2.96	209.37
9902	1/12/2018 10:35	28.0	64.0	32.0	74.0	3.48	210.6
9901	1/12/2018 10:34	28.0	63.0	33.0	75.0	4.06	213.19
9900	1/12/2018 10:33	28.0	64.0	32.0	74.0	2.99	211.47
9899	1/12/2018 10:32	28.0	64.0	32.0	75.0	2.97	210.58
9898	1/12/2018 10:31	28.0	63.0	32.0	74.0	2.76	210.22
9897	1/12/2018 10:30	28.0	64.0	33.0	75.0	3.08	213.02
9896	1/12/2018 10:29	28.0	64.0	32.0	75.0	2.94	210.71
9895	1/12/2018 10:28	28.0	64.0	32.0	76.0	2.76	211.39
9894	1/12/2018 10:27	28.0	63.0	32.0	76.0	2.89	211.94
9893	1/12/2018 10:26	28.0	64.0	32.0	76.0	2.78	214.3
9892	1/12/2018 10:25	28.0	64.0	32.0	75.0	2.66	212.49
9891	1/12/2018 10:24	28.0	64.0	32.0	74.0	3.09	210.0
9890	1/12/2018 10:23	28.0	64.0	32.0	74.0	2.7	209.42
9889	1/12/2018 10:22	28.0	64.0	32.0	73.0	3.02	208.78
9888	1/12/2018 10:21	28.0	64.0	33.0	73.0	2.81	209.65
9887	1/12/2018 10:20	28.0	65.0	33.0	72.0	2.75	211.22
9886	1/12/2018 10:19	28.0	65.0	33.0	71.0	3.0	211.71
9885	1/12/2018 10:18	28.0	65.0	33.0	69.0	2.65	212.1
9884	1/12/2018 10:17	28.0	64.0	33.0	70.0	2.7	210.07
9883	1/12/2018 10:16	28.0	65.0	33.0	69.0	2.78	210.9
9882	1/12/2018 10:15	28.0	66.0	33.0	69.0	2.76	210.82
9881	1/12/2018 10:14	28.0	66.0	33.0	69.0	2.94	210.54
9880	1/12/2018 10:13	28.0	66.0	33.0	68.0	2.66	212.88
9879	1/12/2018 10:12	28.0	66.0	33.0	69.0	2.99	211.38
9878	1/12/2018 10:11	28.0	66.0	33.0	68.0	2.82	210.93
9877	1/12/2018 10:10	28.0	67.0	33.0	69.0	2.79	210.62
9876	1/12/2018 10:09	28.0	67.0	33.0	70.0	2.75	212.71
9875	1/12/2018 10:08	28.0	67.0	33.0	70.0	2.93	212.61
9874	1/12/2018 10:07	28.0	68.0	33.0	70.0	3.09	210.71

9873	1/12/2018 10:06	28.0	68.0	33.0	71.0	2.98	210.81
9872	1/12/2018 10:05	28.0	67.0	33.0	71.0	2.84	210.09
9871	1/12/2018 10:04	28.0	68.0	33.0	71.0	3.03	210.62
9870	1/12/2018 10:03	28.0	70.0	33.0	69.0	3.51	210.28
9869	1/12/2018 10:02	28.0	69.0	33.0	70.0	3.76	210.22
9868	1/12/2018 10:01	28.0	69.0	33.0	70.0	1.39	211.42
9867	1/12/2018 10:00	28.0	67.0	32.0	71.0	1.65	211.31
9866	1/12/2018 9:59	28.0	66.0	32.0	73.0	1.83	211.71
9865	1/12/2018 9:58	28.0	65.0	32.0	72.0	2.04	211.53
9864	1/12/2018 9:56	28.0	66.0	32.0	71.0	2.41	210.19
9863	1/12/2018 9:55	28.0	67.0	32.0	72.0	2.74	211.18
9862	1/12/2018 9:54	28.0	68.0	32.0	72.0	2.93	211.01
9861	1/12/2018 9:53	28.0	69.0	32.0	72.0	2.68	213.84
9860	1/12/2018 9:52	28.0	68.0	33.0	72.0	2.9	205.48
9859	1/12/2018 9:51	28.0	68.0	32.0	71.0	2.6	212.67
9858	1/12/2018 9:50	28.0	68.0	33.0	71.0	3.12	209.5
9857	1/12/2018 9:49	28.0	70.0	33.0	70.0	3.19	210.08
9856	1/12/2018 9:48	28.0	71.0	33.0	70.0	3.02	210.65
9855	1/12/2018 9:47	28.0	71.0	33.0	70.0	3.43	210.59
9854	1/12/2018 9:46	28.0	70.0	33.0	71.0	3.04	210.07
9853	1/12/2018 9:45	28.0	69.0	32.0	73.0	1.45	210.8
9852	1/12/2018 9:44	28.0	69.0	32.0	74.0	1.61	210.63
9851	1/12/2018 9:43	28.0	69.0	32.0	74.0	1.79	211.52
9850	1/12/2018 9:42	28.0	69.0	32.0	74.0	3.05	211.02
9849	1/12/2018 9:41	28.0	70.0	32.0	73.0	2.63	212.24
9848	1/12/2018 9:40	28.0	71.0	32.0	73.0	2.81	210.45
9847	1/12/2018 9:39	28.0	72.0	33.0	72.0	2.84	211.04
9846	1/12/2018 9:38	28.0	72.0	33.0	71.0	3.95	212.4
9845	1/12/2018 9:37	28.0	72.0	33.0	73.0	2.9	210.04
9844	1/12/2018 9:36	28.0	71.0	33.0	75.0	1.31	211.49

9843	1/12/2018 9:35	28.0	71.0	32.0	77.0	1.46	211.56
9842	1/12/2018 9:34	28.0	71.0	32.0	77.0	1.62	211.56
9841	1/12/2018 9:33	28.0	70.0	32.0	77.0	1.81	211.52
9840	1/12/2018 9:32	28.0	71.0	32.0	76.0	2.89	212.07
9839	1/12/2018 9:31	28.0	70.0	32.0	75.0	3.0	210.98
9838	1/12/2018 9:30	28.0	72.0	32.0	73.0	3.13	210.32
9837	1/12/2018 9:29	28.0	72.0	33.0	71.0	3.42	211.93
9836	1/12/2018 9:28	28.0	73.0	33.0	70.0	3.26	209.85
9835	1/12/2018 9:27	28.0	72.0	33.0	71.0	1.31	211.36
9834	1/12/2018 9:26	28.0	72.0	32.0	72.0	1.47	211.91
9833	1/12/2018 9:25	28.0	71.0	32.0	74.0	1.63	212.58
9832	1/12/2018 9:24	28.0	71.0	31.0	76.0	1.82	211.78
9831	1/12/2018 9:23	28.0	71.0	31.0	74.0	2.03	212.84
9830	1/12/2018 9:22	28.0	71.0	31.0	75.0	2.06	212.83
9829	1/12/2018 9:21	28.0	71.0	31.0	74.0	2.8	212.71
9828	1/12/2018 9:20	28.0	73.0	32.0	73.0	3.08	213.42
9827	1/12/2018 9:19	28.0	73.0	32.0	73.0	2.67	212.16
9826	1/12/2018 9:18	28.0	74.0	32.0	70.0	2.88	217.58
9825	1/12/2018 9:18	28.0	75.0	33.0	71.0	4.55	217.18
9824	1/12/2018 9:17	28.0	74.0	33.0	71.0	4.85	215.48
9823	1/12/2018 9:16	28.0	74.0	33.0	71.0	0.05	217.34
9822	29/11/2018 9:50	28.0	68.0	32.0	76.0	5.54	212.33
9821	29/11/2018 9:49	27.0	66.0	32.0	76.0	5.06	210.31
9820	29/11/2018 9:48	27.0	65.0	32.0	75.0	4.91	208.91
9819	29/11/2018 9:47	27.0	64.0	32.0	74.0	5.07	211.55
9818	29/11/2018 9:46	27.0	63.0	33.0	74.0	4.89	216.24
9817	29/11/2018 9:45	27.0	63.0	32.0	75.0	4.78	211.37
9816	29/11/2018 9:44	27.0	62.0	32.0	75.0	4.86	210.6
9815	29/11/2018 9:43	27.0	62.0	32.0	74.0	4.93	210.58
9814	29/11/2018 9:42	27.0	62.0	32.0	75.0	4.71	210.51

9813	29/11/2018 9:41	27.0	62.0	32.0	75.0	4.33	210.68
9812	29/11/2018 9:40	27.0	59.0	32.0	75.0	4.73	212.26
9811	29/11/2018 9:39	27.0	59.0	32.0	75.0	4.35	213.44
9810	29/11/2018 9:38	27.0	60.0	32.0	75.0	2.98	211.56
9809	29/11/2018 9:37	27.0	61.0	32.0	77.0	3.25	204.2
9808	29/11/2018 9:36	27.0	61.0	32.0	77.0	3.09	209.83
9807	29/11/2018 9:35	27.0	58.0	32.0	77.0	3.24	211.11
9806	29/11/2018 9:33	27.0	58.0	32.0	76.0	3.15	210.43
9805	29/11/2018 9:32	27.0	58.0	32.0	75.0	3.56	211.63
9804	29/11/2018 9:31	27.0	59.0	32.0	75.0	3.35	213.52
9803	29/11/2018 9:30	27.0	60.0	32.0	76.0	3.51	212.99
9802	29/11/2018 9:29	27.0	61.0	32.0	76.0	4.56	212.75
9801	29/11/2018 9:28	27.0	61.0	32.0	76.0	4.97	211.27
9800	29/11/2018 9:27	27.0	61.0	32.0	76.0	5.19	210.45
9799	29/11/2018 9:26	27.0	61.0	31.0	76.0	5.37	219.47
9798	29/11/2018 9:25	27.0	61.0	31.0	76.0	4.73	213.09
9797	29/11/2018 9:24	27.0	62.0	31.0	77.0	4.63	210.0
9796	29/11/2018 9:23	27.0	61.0	31.0	78.0	4.53	209.71
9795	29/11/2018 9:22	27.0	62.0	31.0	77.0	5.11	213.21
9794	29/11/2018 9:21	27.0	62.0	31.0	76.0	4.97	209.78
9793	29/11/2018 9:20	27.0	62.0	31.0	76.0	5.36	211.13
9792	29/11/2018 9:19	27.0	62.0	31.0	75.0	5.5	216.84
9791	29/11/2018 9:18	26.0	61.0	32.0	73.0	5.33	212.1
9790	29/11/2018 9:17	26.0	59.0	32.0	75.0	4.62	210.31
9789	29/11/2018 9:16	26.0	58.0	31.0	77.0	5.72	211.24
9788	29/11/2018 9:15	26.0	58.0	31.0	78.0	5.46	206.81
9787	29/11/2018 9:14	26.0	57.0	31.0	78.0	5.46	208.87
9786	29/11/2018 9:13	26.0	57.0	31.0	78.0	5.36	212.15
9785	29/11/2018 9:12	26.0	58.0	31.0	79.0	4.64	209.67
9784	29/11/2018 9:11	26.0	58.0	31.0	79.0	4.5	212.91

9783	29/11/2018 9:10	26.0	59.0	30.0	78.0	4.64	210.53
9782	29/11/2018 9:09	26.0	58.0	30.0	78.0	5.2	210.18
9781	29/11/2018 9:08	26.0	58.0	30.0	79.0	5.08	210.37
9780	29/11/2018 9:07	26.0	59.0	30.0	78.0	5.11	216.67
9779	29/11/2018 9:06	26.0	59.0	30.0	78.0	5.04	215.94
9778	29/11/2018 9:05	26.0	61.0	30.0	78.0	5.14	210.89
9777	29/11/2018 9:04	26.0	60.0	30.0	77.0	5.39	207.94
9776	29/11/2018 9:03	26.0	59.0	31.0	79.0	5.11	211.01
9775	29/11/2018 9:02	26.0	59.0	30.0	77.0	5.33	210.26
9774	29/11/2018 9:01	26.0	61.0	30.0	78.0	5.19	209.22
9773	29/11/2018 9:00	26.0	62.0	30.0	78.0	5.23	211.35
9772	29/11/2018 8:59	26.0	62.0	30.0	78.0	5.33	211.37
9771	29/11/2018 8:58	26.0	61.0	30.0	78.0	5.59	213.26
9770	29/11/2018 8:57	26.0	61.0	30.0	78.0	5.21	213.19
9769	29/11/2018 8:56	26.0	61.0	30.0	77.0	5.21	211.5
9768	29/11/2018 8:55	26.0	61.0	31.0	78.0	4.98	211.77
9767	29/11/2018 8:54	26.0	62.0	30.0	78.0	4.59	214.62
9766	29/11/2018 8:53	26.0	64.0	30.0	79.0	4.61	210.27
9765	29/11/2018 8:52	26.0	63.0	30.0	79.0	5.31	214.8
9764	29/11/2018 8:51	26.0	63.0	30.0	79.0	5.41	210.3
9763	29/11/2018 8:50	26.0	63.0	30.0	79.0	5.29	206.53
9762	29/11/2018 8:49	26.0	64.0	30.0	78.0	4.99	213.71
9761	29/11/2018 8:48	26.0	63.0	30.0	78.0	5.21	213.48
9760	29/11/2018 8:47	26.0	64.0	30.0	79.0	5.72	215.41
9759	29/11/2018 8:46	26.0	65.0	30.0	78.0	5.71	216.55
9758	29/11/2018 8:45	26.0	66.0	30.0	79.0	5.4	218.96
9757	29/11/2018 8:44	26.0	66.0	30.0	79.0	5.27	218.38
9756	29/11/2018 8:43	26.0	67.0	30.0	79.0	5.35	217.58
9755	29/11/2018 8:42	26.0	68.0	30.0	80.0	5.35	217.1
9754	29/11/2018 8:41	26.0	68.0	30.0	80.0	5.43	216.21

9753	29/11/2018 8:40	26.0	69.0	30.0	80.0	5.33	220.64
9752	29/11/2018 8:39	27.0	70.0	30.0	80.0	5.74	222.28
9751	29/11/2018 8:38	27.0	71.0	30.0	80.0	6.15	223.17
9750	29/11/2018 8:37	27.0	71.0	30.0	80.0	6.29	225.87
9749	29/11/2018 8:36	27.0	71.0	30.0	80.0	5.24	233.84
9748	29/11/2018 8:35	27.0	72.0	30.0	80.0	5.14	237.59
9747	29/11/2018 8:34	27.0	72.0	30.0	81.0	5.73	248.38
9746	29/11/2018 8:33	27.0	74.0	30.0	81.0	5.48	254.15
9745	29/11/2018 8:32	27.0	74.0	30.0	81.0	5.58	265.25
9744	29/11/2018 8:30	27.0	75.0	30.0	81.0	6.21	271.25
9743	29/11/2018 8:29	28.0	78.0	30.0	81.0	6.98	279.8
9742	29/11/2018 8:28	28.0	80.0	30.0	82.0	7.85	278.63
9741	29/11/2018 8:27	28.0	81.0	30.0	82.0	6.76	305.24
9740	29/11/2018 8:26	28.0	81.0	29.0	82.0	5.16	322.17
9739	29/11/2018 8:25	28.0	81.0	29.0	80.0	4.38	345.65
9738	29/11/2018 8:24	28.0	81.0	30.0	80.0	1.79	373.57
9737	29/11/2018 8:23	28.0	81.0	30.0	82.0	0.07	404.24
9736	29/11/2018 8:22	28.0	80.0	30.0	82.0	0.07	438.29
9735	29/11/2018 8:21	28.0	80.0	30.0	82.0	0.06	475.82
9734	29/11/2018 8:20	28.0	80.0	30.0	82.0	0.0	0.0
9733	29/11/2018 8:19	28.0	80.0	30.0	83.0	0.0	0.0
9732	29/11/2018 8:18	28.0	80.0	29.0	84.0	0.0	0.0
9731	29/11/2018 8:17	28.0	80.0	29.0	84.0	0.0	0.0
9730	29/11/2018 8:16	28.0	80.0	29.0	84.0	0.0	0.0
9729	29/11/2018 8:15	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9728	29/11/2018 8:14	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9727	29/11/2018 8:13	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9726	29/11/2018 8:12	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9725	29/11/2018 8:11	28.0	80.0	29.0	86.0	0.0	0.0
9724	29/11/2018 8:10	28.0	80.0	29.0	86.0	0.0	0.0

9723	29/11/2018 8:09	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9722	29/11/2018 8:08	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9721	29/11/2018 8:07	28.0	80.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9720	29/11/2018 8:05	27.0	79.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9719	29/11/2018 8:04	27.0	79.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9718	29/11/2018 8:03	27.0	79.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9717	29/11/2018 8:02	27.0	79.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9716	29/11/2018 8:01	27.0	79.0	29.0	85.0	0.0	0.0
9715	29/11/2018 8:00	27.0	79.0	29.0	84.0	0.0	0.0
9714	29/11/2018 7:59	27.0	79.0	30.0	83.0	0.0	0.0
9713	29/11/2018 7:58	27.0	79.0	30.0	82.0	0.0	0.0
9712	29/11/2018 7:57	27.0	79.0	30.0	81.0	0.0	0.0
9711	29/11/2018 7:56	27.0	79.0	31.0	81.0	0.0	0.0
9710	29/11/2018 7:55	27.0	78.0	31.0	81.0	0.0	0.0
9709	29/11/2018 7:54	27.0	78.0	31.0	81.0	0.0	0.0
9708	29/11/2018 7:53	27.0	78.0	31.0	82.0	0.0	0.0
9707	29/11/2018 7:52	27.0	78.0	30.0	82.0	0.0	0.0
9706	29/11/2018 7:51	27.0	78.0	30.0	84.0	0.0	0.0
9705	28/11/2018 2:37	27.0	70.0	29.0	88.0	0.8	211.81
9704	28/11/2018 2:36	27.0	70.0	29.0	89.0	0.88	212.32
9703	28/11/2018 2:35	27.0	69.0	29.0	90.0	0.99	213.36
9702	28/11/2018 2:34	27.0	70.0	28.0	90.0	1.1	212.54
9701	28/11/2018 2:33	27.0	70.0	28.0	91.0	1.26	211.94
9700	28/11/2018 2:32	27.0	70.0	28.0	91.0	2.75	214.03
9699	28/11/2018 2:31	27.0	71.0	28.0	91.0	3.01	214.16
9698	28/11/2018 2:30	27.0	71.0	28.0	91.0	3.12	213.9
9697	28/11/2018 2:29	27.0	72.0	28.0	90.0	2.7	215.19
9696	28/11/2018 2:27	27.0	72.0	29.0	91.0	3.3	211.92
9695	28/11/2018 2:26	27.0	72.0	29.0	91.0	0.89	212.07
9694	28/11/2018 2:25	27.0	71.0	29.0	91.0	0.51	212.77

9693	28/11/2018 2:24	27.0	71.0	29.0	91.0	0.56	212.64
9692	28/11/2018 2:23	27.0	71.0	29.0	91.0	0.62	212.12
9691	28/11/2018 2:22	27.0	70.0	29.0	90.0	0.71	212.68
9690	28/11/2018 2:21	27.0	70.0	29.0	90.0	0.79	212.55
9689	28/11/2018 2:20	27.0	70.0	29.0	91.0	0.88	212.89
9688	28/11/2018 2:19	26.0	70.0	29.0	90.0	0.93	212.5
9687	28/11/2018 2:18	27.0	69.0	28.0	90.0	1.05	211.79
9686	28/11/2018 2:17	27.0	69.0	28.0	90.0	1.16	212.62
9685	28/11/2018 2:16	27.0	70.0	28.0	90.0	1.29	212.59
9684	28/11/2018 2:15	27.0	70.0	28.0	90.0	2.74	213.56
9683	28/11/2018 2:14	27.0	71.0	28.0	90.0	2.99	211.13
9682	28/11/2018 2:13	27.0	72.0	28.0	90.0	2.41	212.13
9681	28/11/2018 2:12	27.0	71.0	28.0	91.0	3.69	212.41
9680	28/11/2018 2:11	27.0	71.0	28.0	91.0	3.54	211.13
9679	28/11/2018 2:10	27.0	71.0	28.0	91.0	0.55	212.26
9678	28/11/2018 2:09	27.0	70.0	28.0	91.0	0.58	212.47
9677	28/11/2018 2:08	27.0	70.0	28.0	92.0	0.64	210.58
9676	28/11/2018 2:07	27.0	69.0	28.0	93.0	0.71	212.35
9675	28/11/2018 2:06	27.0	69.0	28.0	93.0	0.8	212.81
9674	28/11/2018 2:05	26.0	69.0	28.0	93.0	0.88	212.11
9673	28/11/2018 2:04	26.0	68.0	28.0	93.0	0.97	212.77
9672	28/11/2018 2:03	26.0	67.0	28.0	93.0	1.08	211.84
9671	28/11/2018 2:02	27.0	67.0	28.0	93.0	1.24	211.24
9670	28/11/2018 2:01	27.0	67.0	28.0	92.0	1.38	211.32
9669	28/11/2018 2:00	27.0	68.0	28.0	92.0	2.85	213.21
9668	28/11/2018 1:59	27.0	69.0	28.0	92.0	2.31	215.04
9667	28/11/2018 1:58	27.0	69.0	28.0	92.0	2.31	212.66
9666	28/11/2018 1:57	27.0	69.0	28.0	91.0	2.32	214.01
9665	28/11/2018 1:56	27.0	70.0	28.0	91.0	2.87	212.54
9664	28/11/2018 1:55	27.0	71.0	28.0	91.0	3.09	212.31

9663	28/11/2018 1:54	27.0	70.0	28.0	91.0	3.24	212.55
9662	28/11/2018 1:53	27.0	70.0	28.0	91.0	0.54	212.19
9661	28/11/2018 1:52	27.0	69.0	28.0	91.0	0.65	211.84
9660	28/11/2018 1:51	27.0	69.0	28.0	91.0	0.72	212.36
9659	28/11/2018 1:50	27.0	69.0	28.0	91.0	0.81	213.1
9658	28/11/2018 1:49	27.0	68.0	28.0	91.0	0.9	212.99
9657	28/11/2018 1:48	27.0	67.0	28.0	91.0	1.02	211.56
9656	28/11/2018 1:47	27.0	67.0	28.0	91.0	1.13	212.95
9655	28/11/2018 1:46	27.0	67.0	28.0	91.0	1.27	212.6
9654	28/11/2018 1:45	27.0	66.0	28.0	91.0	1.38	212.72
9653	28/11/2018 1:44	27.0	67.0	28.0	91.0	1.4	212.16
9652	28/11/2018 1:43	27.0	68.0	28.0	91.0	2.48	205.83
9651	28/11/2018 1:42	27.0	68.0	28.0	91.0	2.76	214.38
9650	28/11/2018 1:41	27.0	68.0	28.0	91.0	2.32	213.7
9649	28/11/2018 1:40	27.0	69.0	28.0	91.0	2.4	212.44
9648	28/11/2018 1:39	27.0	70.0	28.0	91.0	2.77	211.92
9647	28/11/2018 1:38	27.0	71.0	28.0	91.0	3.02	212.73
9646	28/11/2018 1:37	27.0	71.0	28.0	91.0	3.15	209.88
9645	28/11/2018 1:36	27.0	70.0	28.0	91.0	4.6	212.49
9644	28/11/2018 1:35	27.0	70.0	28.0	90.0	0.59	212.84
9643	28/11/2018 1:34	27.0	69.0	28.0	90.0	0.63	211.56
9642	28/11/2018 1:33	27.0	68.0	28.0	91.0	0.7	212.65
9641	28/11/2018 1:31	27.0	69.0	28.0	91.0	0.79	212.32
9640	28/11/2018 1:30	27.0	68.0	28.0	91.0	0.86	212.84
9639	28/11/2018 1:29	27.0	67.0	28.0	91.0	0.96	212.57
9638	28/11/2018 1:28	27.0	67.0	28.0	91.0	1.08	212.83
9637	28/11/2018 1:27	27.0	66.0	28.0	91.0	1.18	211.53
9636	28/11/2018 1:26	27.0	67.0	28.0	91.0	1.25	212.27
9635	28/11/2018 1:25	27.0	67.0	28.0	91.0	2.4	213.51
9634	28/11/2018 1:24	27.0	68.0	28.0	91.0	2.46	212.94

9633	28/11/2018 1:23	27.0	69.0	28.0	91.0	2.86	213.93
9632	28/11/2018 1:22	27.0	69.0	28.0	91.0	2.88	212.62
9631	28/11/2018 1:21	27.0	70.0	28.0	91.0	2.69	210.98
9630	28/11/2018 1:20	27.0	70.0	28.0	91.0	3.21	212.21
9629	28/11/2018 1:19	27.0	69.0	28.0	91.0	0.67	212.13
9628	28/11/2018 1:18	27.0	68.0	28.0	91.0	0.77	212.51
9627	28/11/2018 1:17	27.0	68.0	28.0	91.0	0.86	213.01
9626	28/11/2018 1:16	27.0	67.0	28.0	91.0	0.95	213.01
9625	28/11/2018 1:15	27.0	66.0	28.0	91.0	1.05	212.98
9624	28/11/2018 1:14	27.0	67.0	28.0	91.0	1.18	212.58
9623	28/11/2018 1:13	27.0	67.0	28.0	91.0	1.33	212.73
9622	28/11/2018 1:12	27.0	67.0	28.0	91.0	2.29	214.24
9621	28/11/2018 1:11	27.0	68.0	28.0	91.0	2.71	211.79
9620	28/11/2018 1:10	27.0	69.0	28.0	91.0	2.3	213.37
9619	28/11/2018 1:09	27.0	70.0	28.0	91.0	2.81	213.56
9618	28/11/2018 1:08	27.0	69.0	28.0	91.0	3.09	210.83
9617	28/11/2018 1:07	27.0	70.0	28.0	91.0	3.1	213.44
9616	28/11/2018 1:06	27.0	69.0	28.0	91.0	0.68	212.19
9615	28/11/2018 1:05	27.0	68.0	28.0	91.0	0.76	213.64
9614	28/11/2018 1:04	26.0	68.0	28.0	91.0	0.84	213.03
9613	28/11/2018 1:03	27.0	67.0	28.0	91.0	0.92	213.01
9612	28/11/2018 1:02	27.0	66.0	28.0	91.0	1.06	212.41
9611	28/11/2018 1:01	27.0	66.0	28.0	91.0	1.18	211.79
9610	28/11/2018 1:00	27.0	66.0	28.0	92.0	1.32	211.88
9609	28/11/2018 0:59	27.0	67.0	28.0	92.0	1.44	212.0
9608	28/11/2018 0:58	27.0	67.0	28.0	92.0	2.65	211.1
9607	28/11/2018 0:57	27.0	67.0	28.0	92.0	2.36	211.16
9606	28/11/2018 0:56	27.0	67.0	28.0	92.0	2.66	213.12
9605	28/11/2018 0:55	27.0	68.0	28.0	92.0	2.48	212.0
9604	28/11/2018 0:54	27.0	69.0	28.0	92.0	2.56	216.0

9603	28/11/2018 0:53	27.0	70.0	28.0	92.0	2.75	212.62
9602	28/11/2018 0:52	27.0	70.0	28.0	92.0	2.75	211.95
9601	28/11/2018 0:51	27.0	69.0	28.0	92.0	3.19	205.14
9600	28/11/2018 0:50	27.0	69.0	28.0	92.0	0.72	212.78
9599	28/11/2018 0:49	27.0	69.0	28.0	92.0	0.79	212.76
9598	28/11/2018 0:48	27.0	68.0	28.0	92.0	0.88	212.62
9597	28/11/2018 0:47	27.0	69.0	28.0	92.0	0.95	212.66
9596	28/11/2018 0:46	26.0	67.0	28.0	92.0	1.06	212.19
9595	28/11/2018 0:45	27.0	66.0	28.0	92.0	1.18	212.83
9594	28/11/2018 0:44	27.0	66.0	28.0	92.0	1.31	213.22
9593	28/11/2018 0:43	27.0	67.0	28.0	93.0	1.45	212.41
9592	28/11/2018 0:42	27.0	67.0	28.0	92.0	1.63	212.25
9591	28/11/2018 0:41	27.0	68.0	28.0	92.0	2.64	213.59
9590	28/11/2018 0:40	27.0	68.0	28.0	93.0	2.42	212.37
9589	28/11/2018 0:39	27.0	67.0	28.0	93.0	2.71	212.09
9588	28/11/2018 0:38	27.0	67.0	28.0	93.0	2.32	211.74
9587	28/11/2018 0:37	27.0	68.0	28.0	93.0	2.41	212.32
9586	28/11/2018 0:36	27.0	68.0	28.0	93.0	2.29	214.65
9585	28/11/2018 0:35	27.0	69.0	28.0	93.0	2.88	215.12
9584	28/11/2018 0:34	27.0	69.0	28.0	93.0	3.09	212.25
9583	28/11/2018 0:33	27.0	69.0	28.0	93.0	3.73	213.85
9582	28/11/2018 0:32	27.0	69.0	28.0	93.0	0.78	211.94
9581	28/11/2018 0:31	27.0	69.0	28.0	93.0	0.87	211.8
9580	28/11/2018 0:30	27.0	68.0	28.0	93.0	0.96	212.08
9579	28/11/2018 0:29	26.0	68.0	28.0	93.0	1.06	211.44
9578	28/11/2018 0:28	26.0	66.0	28.0	92.0	1.18	211.9
9577	28/11/2018 0:26	26.0	66.0	28.0	93.0	1.31	212.26
9576	28/11/2018 0:25	26.0	65.0	28.0	93.0	1.46	212.35
9575	28/11/2018 0:24	27.0	65.0	28.0	93.0	1.62	212.63
9574	28/11/2018 0:23	27.0	65.0	28.0	93.0	1.83	212.42

9573	28/11/2018 0:22	27.0	65.0	28.0	93.0	2.59	213.65
9572	28/11/2018 0:21	27.0	65.0	28.0	93.0	2.66	211.75
9571	28/11/2018 0:20	27.0	66.0	28.0	93.0	2.34	211.19
9570	28/11/2018 0:19	27.0	66.0	28.0	93.0	2.61	212.29
9569	28/11/2018 0:18	27.0	67.0	28.0	93.0	2.31	210.58
9568	28/11/2018 0:17	27.0	67.0	28.0	93.0	2.67	211.73
9567	28/11/2018 0:16	27.0	68.0	28.0	92.0	2.41	212.33
9566	28/11/2018 0:15	27.0	69.0	28.0	92.0	2.99	211.61
9565	28/11/2018 0:14	27.0	69.0	28.0	92.0	3.54	211.16
9564	28/11/2018 0:13	27.0	69.0	28.0	93.0	4.75	212.02
9563	28/11/2018 0:12	27.0	68.0	28.0	93.0	0.79	211.99
9562	28/11/2018 0:11	27.0	68.0	28.0	93.0	0.88	212.47
9561	28/11/2018 0:10	27.0	68.0	28.0	93.0	0.98	211.53
9560	28/11/2018 0:09	27.0	67.0	28.0	93.0	1.05	211.55
9559	28/11/2018 0:08	27.0	66.0	28.0	93.0	1.17	212.46
9558	28/11/2018 0:07	27.0	66.0	28.0	93.0	1.3	212.18
9557	28/11/2018 0:06	27.0	66.0	28.0	93.0	1.46	212.71
9556	28/11/2018 0:05	27.0	66.0	28.0	93.0	2.67	212.97
9555	28/11/2018 0:04	27.0	67.0	28.0	93.0	2.37	215.92
9554	28/11/2018 0:03	27.0	67.0	28.0	93.0	2.31	211.25
9553	28/11/2018 0:02	27.0	68.0	28.0	93.0	2.39	210.52
9552	28/11/2018 0:01	27.0	69.0	28.0	92.0	3.16	213.02
9551	28/11/2018 0:00	27.0	68.0	28.0	92.0	2.98	208.48
9550	27/11/2018 23:59	27.0	68.0	28.0	93.0	1.01	211.31
9549	27/11/2018 23:58	27.0	68.0	28.0	93.0	1.12	212.44
9548	27/11/2018 23:57	26.0	67.0	28.0	93.0	1.25	212.23
9547	27/11/2018 23:56	27.0	67.0	28.0	93.0	1.39	212.3
9546	27/11/2018 23:55	26.0	66.0	28.0	93.0	1.53	211.38
9545	27/11/2018 23:54	26.0	66.0	28.0	93.0	1.71	211.84
9544	27/11/2018 23:53	27.0	66.0	28.0	93.0	1.9	211.81

9543	27/11/2018 23:52	27.0	67.0	28.0	93.0	2.13	211.39
9542	27/11/2018 23:51	27.0	66.0	28.0	93.0	2.54	211.76
9541	27/11/2018 23:50	27.0	66.0	28.0	93.0	2.38	212.13
9540	27/11/2018 23:49	27.0	66.0	28.0	93.0	2.68	212.11
9539	27/11/2018 23:48	27.0	67.0	28.0	92.0	2.56	211.83
9538	27/11/2018 23:47	27.0	67.0	28.0	92.0	2.42	212.22
9537	27/11/2018 23:46	27.0	66.0	28.0	92.0	2.49	210.69
9536	27/11/2018 23:45	27.0	65.0	28.0	92.0	2.41	212.72
9535	27/11/2018 23:44	27.0	65.0	28.0	92.0	2.52	212.53
9534	27/11/2018 23:43	27.0	66.0	28.0	93.0	2.62	211.46
9533	27/11/2018 23:42	27.0	65.0	28.0	93.0	2.53	211.13
9532	27/11/2018 23:41	27.0	65.0	28.0	93.0	2.46	211.42
9531	27/11/2018 23:40	27.0	65.0	28.0	93.0	2.67	211.57
9530	27/11/2018 23:39	27.0	65.0	28.0	93.0	2.62	211.01
9529	27/11/2018 23:38	27.0	65.0	28.0	93.0	2.51	210.85
9528	27/11/2018 23:37	27.0	65.0	28.0	93.0	2.48	212.71
9527	27/11/2018 23:36	27.0	65.0	28.0	93.0	2.47	212.26
9526	27/11/2018 23:35	27.0	65.0	28.0	93.0	2.5	211.87
9525	27/11/2018 23:34	27.0	65.0	28.0	93.0	2.41	212.92
9524	27/11/2018 23:33	27.0	65.0	28.0	93.0	2.76	212.99
9523	27/11/2018 23:32	27.0	65.0	28.0	93.0	2.64	211.66
9522	27/11/2018 23:31	27.0	65.0	28.0	93.0	2.86	213.23
9521	27/11/2018 23:30	27.0	65.0	28.0	93.0	2.99	212.62
9520	27/11/2018 23:29	27.0	65.0	28.0	93.0	3.61	211.24
9519	27/11/2018 23:28	27.0	67.0	28.0	93.0	2.55	212.28
9518	27/11/2018 23:27	27.0	65.0	28.0	93.0	2.7	212.33
9517	27/11/2018 23:26	27.0	65.0	28.0	93.0	2.39	212.98
9516	27/11/2018 23:25	27.0	66.0	28.0	93.0	2.44	211.41
9515	27/11/2018 23:24	27.0	67.0	28.0	93.0	2.44	212.89
9514	27/11/2018 23:23	27.0	66.0	28.0	93.0	2.57	213.1

9513	27/11/2018 23:21	27.0	66.0	28.0	93.0	2.56	213.56
9512	27/11/2018 23:20	27.0	66.0	28.0	93.0	2.61	212.39
9511	27/11/2018 23:19	27.0	65.0	28.0	93.0	2.5	212.2
9510	27/11/2018 23:18	27.0	66.0	28.0	93.0	2.56	211.13
9509	27/11/2018 23:17	27.0	65.0	28.0	93.0	2.71	211.45
9508	27/11/2018 23:16	27.0	65.0	28.0	93.0	2.66	213.26
9507	27/11/2018 23:15	27.0	65.0	28.0	94.0	2.63	212.8
9506	27/11/2018 23:14	27.0	65.0	28.0	94.0	2.76	211.19
9505	27/11/2018 23:13	27.0	65.0	28.0	94.0	2.56	213.66
9504	27/11/2018 23:12	27.0	66.0	28.0	94.0	2.64	213.75
9503	27/11/2018 23:11	27.0	65.0	28.0	94.0	2.62	211.67
9502	27/11/2018 23:10	27.0	65.0	28.0	94.0	2.61	210.42
9501	27/11/2018 23:09	27.0	66.0	28.0	95.0	2.73	212.51
9500	27/11/2018 23:08	27.0	66.0	28.0	94.0	2.57	212.99
9499	27/11/2018 23:07	27.0	65.0	28.0	94.0	2.56	212.28
9498	27/11/2018 23:06	27.0	65.0	28.0	94.0	2.56	211.99
9497	27/11/2018 23:05	27.0	65.0	28.0	94.0	2.73	212.87
9496	27/11/2018 23:04	27.0	64.0	28.0	95.0	2.6	211.49
9495	27/11/2018 23:03	27.0	65.0	28.0	94.0	2.61	211.33
9494	27/11/2018 23:02	26.0	64.0	28.0	94.0	2.54	213.38
9493	27/11/2018 23:01	26.0	65.0	28.0	94.0	2.7	213.54
9492	27/11/2018 23:00	26.0	65.0	28.0	94.0	2.55	212.85
9491	27/11/2018 22:59	26.0	63.0	28.0	93.0	2.75	212.86
9490	27/11/2018 22:58	26.0	63.0	28.0	94.0	2.73	210.72
9489	27/11/2018 22:57	26.0	63.0	28.0	93.0	2.76	212.06
9488	27/11/2018 22:56	26.0	63.0	28.0	93.0	2.86	210.55
9487	27/11/2018 22:55	26.0	63.0	28.0	93.0	2.79	211.02
9486	27/11/2018 22:54	26.0	62.0	28.0	93.0	3.18	213.66
9485	27/11/2018 22:53	26.0	63.0	28.0	92.0	3.19	213.45
9484	27/11/2018 22:52	26.0	63.0	28.0	93.0	3.27	212.27

9483	27/11/2018 22:51	26.0	63.0	28.0	93.0	2.6	213.13
9482	27/11/2018 22:50	26.0	64.0	28.0	93.0	2.68	211.89
9481	27/11/2018 22:49	26.0	62.0	28.0	93.0	2.73	211.41
9480	27/11/2018 22:48	26.0	63.0	28.0	93.0	2.7	212.68
9479	27/11/2018 22:47	26.0	62.0	28.0	93.0	2.55	211.37
9478	27/11/2018 22:46	26.0	62.0	28.0	94.0	2.6	212.26
9477	27/11/2018 22:45	26.0	63.0	28.0	94.0	2.57	211.84
9476	27/11/2018 22:44	26.0	63.0	28.0	94.0	2.8	211.47
9475	27/11/2018 22:43	26.0	62.0	28.0	94.0	2.71	214.51
9474	27/11/2018 22:42	26.0	63.0	28.0	94.0	2.81	211.95
9473	27/11/2018 22:41	26.0	63.0	28.0	94.0	2.63	212.28
9472	27/11/2018 22:40	26.0	63.0	28.0	94.0	2.79	212.14
9471	27/11/2018 22:39	26.0	63.0	28.0	94.0	2.76	211.95
9470	27/11/2018 22:38	26.0	63.0	28.0	94.0	2.73	211.43
9469	27/11/2018 22:37	26.0	63.0	28.0	94.0	2.58	214.84
9468	27/11/2018 22:36	26.0	63.0	28.0	94.0	2.62	215.67
9467	27/11/2018 22:35	26.0	63.0	28.0	93.0	2.58	214.29
9466	27/11/2018 22:34	26.0	62.0	28.0	93.0	2.64	212.07
9465	27/11/2018 22:33	26.0	63.0	28.0	93.0	2.49	213.19
9464	27/11/2018 22:32	26.0	63.0	28.0	93.0	2.61	214.55
9463	27/11/2018 22:31	26.0	62.0	28.0	93.0	2.62	214.87
9462	27/11/2018 22:30	26.0	63.0	28.0	93.0	2.61	213.79
9461	27/11/2018 22:29	26.0	64.0	28.0	93.0	2.57	213.54
9460	27/11/2018 22:28	26.0	64.0	28.0	93.0	2.63	214.24
9459	27/11/2018 22:27	26.0	63.0	28.0	93.0	2.64	213.14
9458	27/11/2018 22:25	26.0	65.0	28.0	94.0	2.64	212.45
9457	27/11/2018 22:24	26.0	63.0	28.0	94.0	2.74	214.59
9456	27/11/2018 22:23	26.0	63.0	28.0	94.0	2.59	212.92
9455	27/11/2018 22:22	27.0	63.0	28.0	93.0	2.53	213.79
9454	27/11/2018 22:21	27.0	64.0	28.0	94.0	2.85	211.81

9453	27/11/2018 22:20	27.0	63.0	28.0	94.0	3.0	216.41
9452	27/11/2018 22:19	27.0	64.0	28.0	94.0	2.84	213.09
9451	27/11/2018 22:18	27.0	63.0	28.0	93.0	2.82	214.06
9450	27/11/2018 22:17	27.0	62.0	28.0	93.0	2.8	213.04
9449	27/11/2018 22:16	27.0	63.0	28.0	93.0	2.78	212.22
9448	27/11/2018 22:15	27.0	64.0	28.0	93.0	2.9	213.96
9447	27/11/2018 22:14	27.0	65.0	28.0	93.0	2.95	215.34
9446	27/11/2018 22:13	27.0	65.0	28.0	93.0	2.95	214.54
9445	27/11/2018 22:12	27.0	67.0	28.0	93.0	2.87	213.14
9444	27/11/2018 22:11	27.0	67.0	28.0	92.0	2.69	217.17
9443	27/11/2018 22:10	27.0	66.0	28.0	92.0	2.78	212.01
9442	27/11/2018 22:09	27.0	64.0	28.0	92.0	2.55	215.09
9441	27/11/2018 22:08	27.0	64.0	28.0	92.0	2.58	214.8
9440	25/11/2018 21:17	28.0	66.0	29.0	91.0	3.5	212.83
9439	25/11/2018 21:16	28.0	66.0	29.0	91.0	2.77	212.48
9438	25/11/2018 21:15	28.0	66.0	29.0	90.0	2.72	213.63
9437	25/11/2018 21:14	28.0	66.0	29.0	90.0	2.59	211.5
9436	25/11/2018 21:13	28.0	66.0	29.0	90.0	2.66	214.35
9435	25/11/2018 21:12	28.0	66.0	29.0	91.0	2.68	211.79
9434	25/11/2018 21:11	28.0	66.0	29.0	91.0	2.57	213.52
9433	25/11/2018 21:10	28.0	66.0	29.0	91.0	2.8	211.86
9432	25/11/2018 21:09	28.0	65.0	29.0	90.0	2.62	211.72
9431	25/11/2018 21:08	28.0	66.0	29.0	90.0	2.51	211.68
9430	25/11/2018 21:07	28.0	65.0	29.0	90.0	2.56	212.94
9429	25/11/2018 21:06	28.0	65.0	29.0	90.0	2.58	211.12
9428	25/11/2018 21:05	28.0	66.0	29.0	90.0	2.52	212.88
9427	25/11/2018 21:04	28.0	65.0	29.0	90.0	2.51	213.41
9426	25/11/2018 21:03	28.0	66.0	29.0	90.0	2.54	214.44
9425	25/11/2018 21:02	28.0	65.0	29.0	90.0	2.78	212.65
9424	25/11/2018 21:01	28.0	64.0	29.0	90.0	2.87	211.64

9423	25/11/2018 21:00	28.0	65.0	29.0	91.0	2.63	213.24
9422	25/11/2018 20:59	28.0	65.0	29.0	91.0	2.38	213.89
9421	25/11/2018 20:58	27.0	63.0	29.0	91.0	2.56	214.96
9420	25/11/2018 20:57	27.0	62.0	29.0	91.0	2.58	211.89
9419	25/11/2018 20:56	27.0	61.0	29.0	91.0	2.72	211.7
9418	25/11/2018 20:55	27.0	59.0	29.0	92.0	2.59	211.83
9417	25/11/2018 20:54	27.0	59.0	29.0	92.0	2.48	211.71
9416	25/11/2018 20:53	28.0	60.0	29.0	92.0	2.59	211.11
9415	25/11/2018 20:52	28.0	59.0	29.0	92.0	2.5	214.48
9414	25/11/2018 20:51	28.0	60.0	29.0	91.0	2.64	212.35
9413	25/11/2018 20:50	28.0	60.0	29.0	90.0	2.58	210.96
9412	25/11/2018 20:49	28.0	61.0	29.0	90.0	2.83	212.98
9411	25/11/2018 20:48	28.0	61.0	29.0	89.0	2.51	212.69
9410	25/11/2018 20:47	28.0	59.0	29.0	89.0	2.6	213.32
9409	25/11/2018 20:46	28.0	59.0	29.0	89.0	2.91	211.89
9408	25/11/2018 20:45	28.0	60.0	29.0	89.0	3.01	213.27
9407	25/11/2018 20:44	28.0	58.0	29.0	89.0	2.84	213.5
9406	25/11/2018 20:43	28.0	61.0	29.0	90.0	2.87	212.55
9405	25/11/2018 20:41	28.0	61.0	29.0	90.0	3.68	213.01
9404	25/11/2018 20:40	28.0	60.0	29.0	90.0	2.73	214.04
9403	25/11/2018 20:39	28.0	58.0	29.0	90.0	2.46	212.96
9402	25/11/2018 20:38	28.0	59.0	29.0	90.0	2.44	213.92
9401	25/11/2018 20:37	28.0	60.0	29.0	90.0	2.58	214.59
9400	25/11/2018 20:36	28.0	60.0	29.0	90.0	2.63	214.72
9399	25/11/2018 20:35	28.0	60.0	29.0	90.0	2.51	215.56
9398	25/11/2018 20:34	28.0	61.0	29.0	90.0	2.69	214.04
9397	25/11/2018 20:33	28.0	58.0	29.0	90.0	2.61	213.33
9396	25/11/2018 20:32	28.0	61.0	29.0	89.0	2.51	213.34
9395	25/11/2018 20:31	28.0	60.0	29.0	89.0	2.73	213.75
9394	25/11/2018 20:30	28.0	59.0	29.0	89.0	2.69	213.01

9393	25/11/2018 20:29	28.0	60.0	29.0	89.0	2.35	213.94
9392	25/11/2018 20:28	28.0	60.0	29.0	89.0	2.53	213.88
9391	25/11/2018 20:27	28.0	59.0	29.0	89.0	2.61	213.44
9390	25/11/2018 20:26	28.0	61.0	29.0	89.0	2.56	211.88
9389	25/11/2018 20:25	28.0	60.0	29.0	89.0	2.7	213.87
9388	25/11/2018 20:24	28.0	59.0	29.0	88.0	2.48	212.82
9387	25/11/2018 20:23	28.0	59.0	29.0	88.0	2.68	213.47
9386	25/11/2018 20:22	28.0	57.0	29.0	88.0	2.61	212.95
9385	25/11/2018 20:21	28.0	58.0	30.0	87.0	2.72	213.51
9384	25/11/2018 20:20	28.0	58.0	29.0	87.0	2.8	211.97
9383	25/11/2018 20:19	28.0	59.0	30.0	87.0	2.66	212.5
9382	25/11/2018 20:18	28.0	59.0	29.0	87.0	2.7	212.9
9381	25/11/2018 20:17	28.0	60.0	29.0	88.0	2.67	213.5
9380	25/11/2018 20:16	28.0	60.0	29.0	88.0	2.59	213.34
9379	25/11/2018 20:15	28.0	59.0	29.0	87.0	2.68	214.35
9378	25/11/2018 20:14	28.0	59.0	29.0	88.0	2.7	212.34
9377	25/11/2018 20:13	28.0	59.0	29.0	88.0	2.7	214.52
9376	25/11/2018 20:12	28.0	59.0	29.0	88.0	2.66	211.77
9375	25/11/2018 20:11	28.0	59.0	29.0	88.0	2.57	211.32
9374	25/11/2018 20:10	28.0	61.0	29.0	88.0	2.96	214.33
9373	25/11/2018 20:09	28.0	59.0	29.0	89.0	2.64	211.76
9372	25/11/2018 20:08	28.0	59.0	29.0	89.0	2.82	212.93
9371	25/11/2018 20:07	28.0	61.0	29.0	89.0	3.06	212.1
9370	25/11/2018 20:06	28.0	59.0	29.0	89.0	3.18	212.68
9369	25/11/2018 20:05	28.0	59.0	29.0	88.0	3.66	213.5
9368	25/11/2018 20:04	28.0	59.0	29.0	88.0	2.42	212.58
9367	25/11/2018 20:03	28.0	60.0	29.0	88.0	2.73	212.26
9366	25/11/2018 20:02	28.0	60.0	29.0	88.0	2.69	210.85
9365	25/11/2018 20:01	28.0	58.0	29.0	88.0	2.75	212.46
9364	25/11/2018 20:00	28.0	61.0	29.0	88.0	2.53	212.84

9363	25/11/2018 19:59	28.0	60.0	29.0	87.0	2.51	212.92
9362	25/11/2018 19:58	28.0	59.0	29.0	88.0	2.66	213.11
9361	25/11/2018 19:57	28.0	60.0	29.0	88.0	2.53	213.87
9360	25/11/2018 19:56	28.0	62.0	29.0	88.0	2.5	214.47
9359	25/11/2018 19:55	28.0	60.0	29.0	88.0	2.45	213.43
9358	25/11/2018 19:54	28.0	60.0	29.0	88.0	2.54	213.49
9357	25/11/2018 19:53	28.0	59.0	29.0	87.0	2.7	212.07
9356	25/11/2018 19:52	28.0	60.0	29.0	87.0	2.51	205.8
9355	25/11/2018 19:51	28.0	60.0	30.0	86.0	2.52	213.55
9354	25/11/2018 19:50	28.0	60.0	30.0	86.0	2.66	212.57
9353	25/11/2018 19:49	28.0	61.0	29.0	87.0	2.72	212.27
9352	25/11/2018 19:48	28.0	59.0	29.0	87.0	2.73	212.99
9351	25/11/2018 19:47	28.0	60.0	30.0	87.0	2.56	213.16
9350	25/11/2018 19:46	28.0	59.0	30.0	86.0	2.64	212.74
9349	25/11/2018 19:45	28.0	60.0	29.0	87.0	2.68	212.37
9348	25/11/2018 19:44	28.0	60.0	29.0	87.0	2.78	213.95
9347	25/11/2018 19:43	28.0	60.0	29.0	87.0	2.59	213.59
9346	25/11/2018 19:42	28.0	61.0	29.0	87.0	2.51	214.07
9345	25/11/2018 19:40	28.0	62.0	29.0	87.0	2.81	211.85
9344	25/11/2018 19:39	28.0	62.0	30.0	87.0	2.68	214.57
9343	25/11/2018 19:38	28.0	61.0	30.0	87.0	2.54	214.47
9342	25/11/2018 19:37	28.0	61.0	30.0	87.0	2.63	212.87
9341	25/11/2018 19:36	28.0	62.0	30.0	87.0	2.74	214.43
9340	25/11/2018 19:35	28.0	63.0	30.0	87.0	2.71	211.41
9339	25/11/2018 19:34	28.0	62.0	29.0	87.0	2.93	212.69
9338	25/11/2018 19:33	28.0	62.0	29.0	87.0	2.99	213.34
9337	25/11/2018 19:32	28.0	62.0	29.0	88.0	2.98	212.45
9336	25/11/2018 19:31	28.0	61.0	29.0	87.0	3.23	211.29
9335	25/11/2018 19:30	28.0	61.0	30.0	87.0	3.35	213.14
9334	25/11/2018 19:29	28.0	61.0	29.0	87.0	3.29	214.55

9333	25/11/2018 19:28	28.0	61.0	29.0	87.0	3.59	213.6
9332	25/11/2018 19:27	28.0	62.0	30.0	87.0	3.51	211.25
9331	25/11/2018 19:26	28.0	61.0	30.0	86.0	3.63	213.65
9330	25/11/2018 19:25	28.0	61.0	30.0	87.0	3.67	212.58
9329	25/11/2018 19:24	28.0	61.0	29.0	87.0	3.69	212.44
9328	25/11/2018 19:23	28.0	61.0	29.0	87.0	3.64	211.69
9327	25/11/2018 19:22	28.0	61.0	29.0	87.0	3.63	213.09
9326	25/11/2018 19:21	28.0	61.0	29.0	87.0	3.83	214.13
9325	25/11/2018 19:20	28.0	61.0	30.0	86.0	3.76	211.59
9324	25/11/2018 19:19	28.0	61.0	30.0	86.0	3.61	214.81
9323	25/11/2018 19:18	28.0	60.0	30.0	86.0	3.74	215.12
9322	25/11/2018 19:17	28.0	62.0	30.0	86.0	3.73	213.01
9321	25/11/2018 19:16	28.0	61.0	30.0	86.0	3.8	212.61
9320	25/11/2018 19:15	28.0	60.0	30.0	86.0	3.5	211.82
9319	25/11/2018 19:14	28.0	61.0	30.0	86.0	3.59	213.18
9318	25/11/2018 19:13	28.0	61.0	30.0	86.0	3.53	213.47
9317	25/11/2018 19:12	28.0	61.0	30.0	86.0	3.81	214.12
9316	25/11/2018 19:11	28.0	60.0	30.0	86.0	3.68	212.68
9315	25/11/2018 19:10	28.0	61.0	30.0	86.0	3.97	213.22
9314	25/11/2018 19:09	28.0	61.0	29.0	86.0	3.65	213.37
9313	25/11/2018 19:08	28.0	61.0	29.0	86.0	3.62	211.92
9312	25/11/2018 19:07	28.0	60.0	29.0	87.0	3.73	210.71
9311	25/11/2018 19:06	28.0	60.0	29.0	87.0	3.6	213.17
9310	25/11/2018 19:05	28.0	60.0	29.0	87.0	3.55	213.95
9309	25/11/2018 19:04	28.0	60.0	29.0	87.0	3.66	211.93
9308	25/11/2018 19:03	28.0	60.0	29.0	87.0	3.54	212.22
9307	25/11/2018 19:02	28.0	60.0	29.0	87.0	3.62	211.34
9306	25/11/2018 19:01	28.0	60.0	29.0	87.0	3.53	212.25
9305	25/11/2018 19:00	28.0	59.0	29.0	87.0	3.65	211.79
9304	25/11/2018 18:59	28.0	61.0	30.0	86.0	3.59	209.52

9303	25/11/2018 18:58	28.0	61.0	30.0	87.0	3.64	212.2
9302	25/11/2018 18:57	28.0	61.0	30.0	87.0	3.84	211.85
9301	25/11/2018 18:56	28.0	61.0	30.0	87.0	3.57	211.69
9300	25/11/2018 18:55	28.0	60.0	30.0	87.0	3.71	212.93
9299	25/11/2018 18:54	28.0	60.0	29.0	88.0	3.68	213.23
9298	25/11/2018 18:53	28.0	61.0	29.0	88.0	3.52	211.65
9297	25/11/2018 18:52	28.0	60.0	29.0	88.0	3.49	210.93
9296	25/11/2018 18:51	28.0	60.0	29.0	87.0	3.64	213.02
9295	25/11/2018 18:50	28.0	61.0	29.0	87.0	3.63	213.65
9294	25/11/2018 18:49	28.0	60.0	29.0	87.0	3.84	212.39
9293	25/11/2018 18:48	28.0	61.0	29.0	88.0	3.57	210.89
9292	25/11/2018 18:47	28.0	60.0	29.0	87.0	3.54	213.04
9291	25/11/2018 18:46	28.0	61.0	30.0	87.0	3.38	213.12
9290	25/11/2018 18:45	28.0	60.0	30.0	86.0	3.76	213.34
9289	25/11/2018 18:44	28.0	61.0	29.0	87.0	3.62	211.45
9288	25/11/2018 18:43	28.0	59.0	29.0	87.0	3.59	212.06
9287	25/11/2018 18:42	28.0	61.0	30.0	87.0	3.53	211.51
9286	25/11/2018 18:40	28.0	60.0	29.0	87.0	3.61	213.59
9285	25/11/2018 18:39	28.0	60.0	29.0	87.0	3.63	219.31
9284	25/11/2018 18:38	28.0	60.0	29.0	87.0	3.52	214.05
9283	25/11/2018 18:37	28.0	61.0	29.0	87.0	3.51	211.73
9282	25/11/2018 18:36	28.0	61.0	29.0	87.0	3.94	213.86
9281	25/11/2018 18:35	28.0	60.0	29.0	87.0	3.84	214.4
9280	25/11/2018 18:34	28.0	61.0	29.0	88.0	3.54	213.71
9279	25/11/2018 18:33	28.0	61.0	29.0	87.0	3.48	213.38
9278	25/11/2018 18:32	28.0	60.0	29.0	87.0	3.51	210.72
9277	25/11/2018 18:31	29.0	62.0	29.0	87.0	3.63	213.01
9276	25/11/2018 18:30	29.0	62.0	29.0	87.0	3.48	215.28
9275	25/11/2018 18:29	29.0	62.0	29.0	87.0	3.58	210.64
9274	25/11/2018 18:28	29.0	62.0	29.0	86.0	3.61	213.1

9273	25/11/2018 18:27	28.0	60.0	30.0	87.0	3.62	214.41
9272	25/11/2018 18:26	28.0	61.0	30.0	86.0	3.58	212.5
9271	25/11/2018 18:25	28.0	62.0	30.0	87.0	3.56	213.38
9270	25/11/2018 18:24	28.0	60.0	29.0	87.0	3.8	214.17
9269	25/11/2018 18:23	28.0	59.0	29.0	87.0	3.6	214.01
9268	25/11/2018 18:22	29.0	62.0	29.0	87.0	3.72	212.92
9267	25/11/2018 18:21	29.0	62.0	30.0	86.0	3.58	214.17
9266	25/11/2018 18:20	29.0	63.0	30.0	86.0	3.75	213.81
9265	25/11/2018 18:19	30.0	66.0	29.0	87.0	4.04	213.32
9264	25/11/2018 18:18	29.0	67.0	29.0	86.0	5.16	214.49
9263	25/11/2018 18:17	30.0	68.0	30.0	85.0	4.91	222.29
9262	25/11/2018 18:16	29.0	68.0	30.0	85.0	4.39	212.96
9261	25/11/2018 18:15	30.0	69.0	30.0	85.0	4.76	211.52
9260	25/11/2018 18:14	29.0	69.0	30.0	84.0	4.72	213.54
9259	25/11/2018 18:13	29.0	69.0	30.0	84.0	4.79	215.39
9258	25/11/2018 18:12	29.0	67.0	30.0	84.0	4.7	212.26
9257	25/11/2018 18:11	29.0	67.0	30.0	86.0	4.32	214.21
9256	25/11/2018 18:10	29.0	66.0	29.0	86.0	3.89	213.4
9255	25/11/2018 18:09	29.0	65.0	30.0	85.0	3.63	210.56
9254	25/11/2018 18:08	29.0	65.0	30.0	84.0	3.4	211.3
9253	25/11/2018 18:07	29.0	61.0	30.0	84.0	3.27	211.02
9252	25/11/2018 18:06	29.0	61.0	30.0	85.0	3.11	212.49
9251	25/11/2018 18:05	29.0	61.0	30.0	85.0	3.06	211.66
9250	25/11/2018 18:04	29.0	62.0	30.0	83.0	3.18	213.5
9249	25/11/2018 18:03	29.0	60.0	30.0	83.0	2.82	213.34
9248	25/11/2018 18:02	29.0	60.0	30.0	83.0	2.88	212.68
9247	25/11/2018 18:01	29.0	60.0	30.0	84.0	2.99	215.68
9246	25/11/2018 18:00	29.0	60.0	30.0	84.0	2.9	211.88
9245	25/11/2018 17:59	29.0	59.0	30.0	84.0	3.07	212.61
9244	25/11/2018 17:58	29.0	59.0	30.0	84.0	3.16	212.9

9243	25/11/2018 17:57	29.0	59.0	30.0	84.0	2.84	210.34
9242	25/11/2018 17:56	29.0	59.0	30.0	84.0	2.81	214.76
9241	25/11/2018 17:55	29.0	59.0	30.0	85.0	2.83	212.25
9240	25/11/2018 17:54	29.0	59.0	29.0	85.0	3.01	211.28
9239	25/11/2018 17:53	29.0	58.0	29.0	85.0	2.9	213.44
9238	25/11/2018 17:52	29.0	57.0	29.0	85.0	2.92	212.01
9237	25/11/2018 17:51	29.0	56.0	30.0	84.0	2.78	211.51
9236	25/11/2018 17:50	29.0	57.0	30.0	84.0	2.94	214.0
9235	25/11/2018 17:48	29.0	58.0	30.0	83.0	2.87	212.61
9234	25/11/2018 17:47	29.0	57.0	30.0	82.0	2.84	212.91
9233	25/11/2018 17:46	29.0	58.0	30.0	82.0	2.89	212.12
9232	25/11/2018 17:45	29.0	57.0	30.0	83.0	2.96	213.43
9231	25/11/2018 17:44	29.0	57.0	30.0	83.0	2.86	214.87
9230	25/11/2018 17:43	29.0	57.0	30.0	83.0	2.88	213.52
9229	25/11/2018 17:42	29.0	57.0	30.0	82.0	2.94	214.82
9228	25/11/2018 17:41	29.0	57.0	30.0	82.0	3.03	211.89
9227	25/11/2018 17:40	29.0	57.0	30.0	82.0	2.82	214.59
9226	25/11/2018 17:39	29.0	57.0	30.0	82.0	2.84	215.84
9225	25/11/2018 17:38	29.0	55.0	30.0	82.0	3.0	212.06
9224	25/11/2018 17:37	29.0	56.0	30.0	81.0	2.95	214.48
9223	25/11/2018 17:36	29.0	57.0	30.0	80.0	2.94	214.48
9222	25/11/2018 17:35	29.0	57.0	31.0	79.0	2.87	214.98
9221	25/11/2018 17:34	29.0	58.0	31.0	79.0	2.98	214.45
9220	25/11/2018 17:33	29.0	57.0	31.0	80.0	2.88	214.39
9219	25/11/2018 17:32	29.0	56.0	30.0	78.0	2.84	216.46
9218	25/11/2018 17:31	29.0	57.0	30.0	79.0	2.97	213.34
9217	25/11/2018 17:30	29.0	57.0	30.0	79.0	2.81	213.76
9216	25/11/2018 17:29	29.0	58.0	30.0	80.0	2.94	213.93
9215	25/11/2018 17:28	29.0	57.0	30.0	81.0	3.01	214.63
9214	25/11/2018 17:27	29.0	58.0	30.0	80.0	2.92	217.56

9213	25/11/2018 17:26	29.0	57.0	30.0	79.0	3.07	216.06
9212	25/11/2018 17:25	29.0	56.0	31.0	80.0	2.91	216.19
9211	25/11/2018 17:24	29.0	54.0	30.0	80.0	3.05	215.17
9210	25/11/2018 17:23	29.0	57.0	30.0	81.0	3.07	215.09
9209	25/11/2018 17:22	29.0	55.0	30.0	80.0	3.02	213.01
9208	25/11/2018 17:21	29.0	56.0	30.0	80.0	2.95	213.7
9207	25/11/2018 17:20	29.0	57.0	30.0	81.0	3.13	214.63
9206	25/11/2018 17:19	29.0	56.0	30.0	81.0	2.96	214.16
9205	25/11/2018 17:18	29.0	55.0	30.0	81.0	2.88	216.87
9204	25/11/2018 17:17	29.0	56.0	30.0	80.0	2.87	214.65
9203	25/11/2018 17:16	29.0	56.0	31.0	79.0	3.04	214.95
9202	25/11/2018 17:15	29.0	54.0	30.0	79.0	3.11	213.08
9201	25/11/2018 17:14	29.0	56.0	30.0	80.0	3.18	213.93
9200	25/11/2018 17:13	29.0	57.0	30.0	80.0	2.84	214.61
9199	25/11/2018 17:12	29.0	55.0	30.0	79.0	2.96	215.12
9198	25/11/2018 17:11	29.0	57.0	31.0	80.0	2.84	213.13
9197	25/11/2018 17:10	29.0	55.0	30.0	80.0	2.97	213.75
9196	25/11/2018 17:09	29.0	56.0	30.0	80.0	3.13	213.92
9195	25/11/2018 17:08	29.0	56.0	30.0	80.0	2.96	214.41
9194	25/11/2018 17:07	29.0	57.0	30.0	79.0	2.94	215.17
9193	25/11/2018 17:06	29.0	56.0	30.0	79.0	2.92	213.64
9192	25/11/2018 17:05	29.0	55.0	30.0	79.0	3.07	213.6
9191	25/11/2018 17:04	29.0	53.0	31.0	80.0	2.97	215.49
9190	25/11/2018 17:03	29.0	56.0	31.0	80.0	3.11	213.79
9189	25/11/2018 17:02	29.0	56.0	31.0	80.0	2.93	214.2
9188	25/11/2018 17:01	29.0	56.0	31.0	80.0	3.05	214.53
9187	25/11/2018 17:00	29.0	56.0	31.0	80.0	3.07	214.86
9186	25/11/2018 16:59	29.0	55.0	31.0	80.0	3.04	216.02
9185	25/11/2018 16:58	29.0	55.0	31.0	80.0	3.11	213.09
9184	25/11/2018 16:57	29.0	56.0	31.0	80.0	2.77	213.84

9183	25/11/2018 16:56	29.0	56.0	31.0	79.0	2.82	213.0
9182	25/11/2018 16:55	29.0	55.0	31.0	79.0	2.77	214.88
9181	25/11/2018 16:54	29.0	54.0	31.0	78.0	2.91	214.66
9180	25/11/2018 16:53	29.0	53.0	32.0	77.0	3.02	213.32
9179	25/11/2018 16:52	29.0	55.0	32.0	77.0	3.01	213.47
9178	25/11/2018 16:51	29.0	54.0	32.0	77.0	2.88	212.88
9177	25/11/2018 16:49	29.0	54.0	32.0	77.0	2.99	212.37
9176	25/11/2018 16:48	29.0	54.0	32.0	78.0	3.09	213.45
9175	25/11/2018 16:47	29.0	54.0	31.0	79.0	3.17	212.55
9174	25/11/2018 16:46	29.0	54.0	31.0	80.0	3.23	213.04
9173	25/11/2018 16:45	29.0	55.0	31.0	80.0	3.34	214.45
9172	25/11/2018 16:44	29.0	53.0	31.0	80.0	3.4	212.48
9171	25/11/2018 16:43	29.0	54.0	31.0	80.0	3.44	213.64
9170	25/11/2018 16:42	29.0	55.0	31.0	79.0	3.65	212.86
9169	25/11/2018 16:41	29.0	54.0	31.0	80.0	4.76	211.94
9168	25/11/2018 16:40	29.0	54.0	31.0	80.0	4.61	215.18
9167	25/11/2018 16:39	29.0	55.0	31.0	80.0	4.62	214.9
9166	25/11/2018 16:38	29.0	55.0	31.0	80.0	4.93	216.38
9165	25/11/2018 16:37	29.0	54.0	31.0	81.0	4.81	215.95
9164	25/11/2018 16:36	29.0	56.0	31.0	80.0	4.58	210.73
9163	25/11/2018 16:35	29.0	56.0	31.0	81.0	4.68	213.38
9162	25/11/2018 16:34	29.0	55.0	31.0	81.0	5.44	213.02
9161	25/11/2018 16:33	29.0	56.0	31.0	80.0	5.44	211.74
9160	25/11/2018 16:32	29.0	57.0	31.0	80.0	4.74	213.45
9159	25/11/2018 16:31	29.0	57.0	31.0	80.0	4.92	213.07
9158	25/11/2018 16:30	29.0	57.0	31.0	79.0	4.75	213.98
9157	25/11/2018 16:29	29.0	56.0	31.0	80.0	4.7	212.3
9156	25/11/2018 16:28	29.0	58.0	31.0	81.0	3.93	211.82
9155	25/11/2018 16:27	29.0	56.0	31.0	82.0	3.89	214.27
9154	25/11/2018 16:26	29.0	56.0	31.0	80.0	3.95	211.23

9153	25/11/2018 16:25	29.0	56.0	31.0	80.0	3.67	215.76
9152	25/11/2018 16:24	29.0	55.0	31.0	79.0	3.79	215.24
9151	25/11/2018 16:23	29.0	54.0	31.0	79.0	3.72	212.12
9150	25/11/2018 16:22	29.0	55.0	31.0	80.0	3.66	211.56
9149	25/11/2018 16:21	29.0	55.0	31.0	80.0	3.82	212.73
9148	25/11/2018 16:20	29.0	56.0	31.0	79.0	3.87	214.47
9147	25/11/2018 16:19	29.0	55.0	31.0	78.0	3.84	214.44
9146	25/11/2018 16:18	29.0	51.0	32.0	77.0	3.99	215.63
9145	25/11/2018 16:17	29.0	50.0	32.0	77.0	3.85	219.53
9144	25/11/2018 16:16	29.0	51.0	32.0	77.0	4.02	214.89
9143	25/11/2018 16:15	29.0	51.0	32.0	78.0	5.04	215.82